

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Departamento de Didáctica y Organización Escolar



TESIS DOCTORAL

**La generación de conocimiento científico en relación
con sus efectos en la sociedad: análisis comparativo
de la situación en España y México**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Trinidad Cristina Guerrero Jiménez

Director:

Félix E. González Jiménez

Madrid, 2011

ISBN: 978-84-694-7132-6

© Trinidad Cristina Guerrero Jiménez, 2011

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Departamento de Didáctica y Organización Escolar



**LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN
RELACIÓN CON SUS EFECTOS EN LA SOCIEDAD**

Análisis comparativo de la situación en España y México

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA
POR**

Trinidad Cristina Guerrero Jiménez

Bajo la Dirección del Doctor

Félix E. González Jiménez

Madrid, 2011.

Antes de las dedicatorias, la poesía, que ya es una dedicatoria

Tampoco viajamos para alcanzar el aliento de la poesía que nos guío:
sí para escuchar nuestro corazón, que no quiere entender
-Carlos Montemayor-

Pongo estos seis versos en mi botella al mar
con el secreto designio de que algún día
llegue a una playa casi desierta
y un niño la encuentre y la destape
y en lugar de versos extraiga piedritas
y socorros y alertas y caracoles.
-Mario Benedetti-

pero hagamos un trato
yo quisiera contar
con usted
es tan lindo
saber que usted existe
-Mario Benedetti-

Ahora estoy de regreso
Llevé lo que la ola, para romperse, lleva
sal, espuma y estruendo-,
y toqué con mis manos una criatura viva;
el silencio.
Heme aquí suspirando
como el que ama y se acuerda y está lejos.
-Rosario Castellanos-

¿De qué estamos hechos?
No lo sabemos hasta que la vida
Nos pone un espejo
Y nos obliga a pensar realmente
De qué estamos hechos
¿Cuanta valentía veré reflejada
en mi espejo?
No mucha,
Lo intuyo,
Lo presiento,
Lo pienso.
Mucho me gustaría
Ver tu reflejo,
Tus ganas
De enfrentar
De luchar,
De vencer,
De trascender
-Cristina Guerrero-

Dedicatorias

Mamá, agradeciéndote el inmenso amor que me tienes, siempre que me pierdo sé que tu cariño esta ahí

Papá, te extraño tanto, justo ahora que voy terminando lo que empecé cuando tú te fuiste, pero no te fuiste, porque sé que siempre te hizo ilusión este proyecto mío, así que, aquí sigues.

Diana, Mariana, Isabel, Alejandro, como decía la abueli para acordarse, que sin darnos cuenta, ya hemos pasado tanto tiempo compartiendo las alegrías y las penas de los hermanos, por su apoyo y su cariño.

Balente, porque ha sido tan lindo saber que existes y que puedo contar contigo. Por el amor que me tienes. Por los años recorridos, por las penas y las alegrías y el cariño compartido.

Yaoli, por la paciencia y el sacrificio que significa que te dedique mi trabajo, ya lo sabes de sobra, pues dos veces anteriores has aparecido en mis tesis. Con cariño de tu momo.

Pablito, porque ahora ya sabes que el hecho de que te dedique mi trabajo quiere decir que no podré estar mucho tiempo a tu lado, cuando lo hice anteriormente eras un bebé y no te diste cuenta. Ahora ya sabes que tu momo te quiere aunque no pueda decirlo en todo momento.

Valentina, porque es la primera vez que te escribo una dedicatoria como esta, con lo cuál, ahora ya sabes que significa que no tengas a tu momo por algún tiempo. Con todo mi amor.

Abueli, Tía Silvia, Tío Miguel, Tría Trini por acompañarnos y protegernos y por querernos también.

Alex, por el hermano que has sido.

Don Aaron, Guille, Hermes, Kaum, Brigi, Jorge, Lau, Naye, Lupita, Johana, José Aron, Eli, Ángel y ahora Sarita, por la familia que nos han dado.

Para mis amigas, que se fueron pero que siguen en mi corazón, por eso no se han ido: Doña Sara y Aída. También para mis amigas y amigos que afortunadamente aun no se han ido y me siguen acompañando Regis, Ara, Caro, Dora, Elsa, Susana, Abraham, Fernando.

Agradecimientos

Al Dr. Félix E. González Jiménez, por su dirección, por su guía, por su acompañamiento y por animarme a andar por los senderos de la filosofía, por su congruencia y coherencia que me dan ejemplo de lo que hace falta tener cuando se trabaja comprometidamente con lo que uno considera su camino.

Al Dr. Manuel Roberto Parra Vázquez, por sus consejos, porque la búsqueda de formas de investigar acompañando los caminos de las personas, han sido ejemplo para adentrarme en la reflexión sobre la responsabilidad social que la generación de conocimiento, cualquier conocimiento, implica.

A la Universidad Complutense de Madrid, porque sus programas de estudio, su personal, sus instalaciones y sobre todo sus bibliotecas me permitieron realizar mis estudios de doctorado y la presente investigación, especial mención a los bibliotecarios de la Facultad de Filosofía, mis constantes vueltas por sus instalaciones me permitieron disfrutar de un trabajo bien realizado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada, sin la cuál, no hubiera podido realizar mis estudios, espero que el presente trabajo de investigación les sea de utilidad.

Al Departamento de Didáctica y Organización Escolar, por acogerme durante estos tres años, a sus profesores y a su personal administrativo que me acompañaron durante mis estudios en el Programa 168 "Formación inicial y permanente del profesorado e innovación educativa".

A mis compañeros de la Dirección de Vinculación de El Colegio de la Frontera Sur: Rosi, Malú, Luvia, Armando, Gerardo, Manuel, Raúl y Fernando, por nuestras constantes búsquedas de colaboración entre la institución donde laboramos y la sociedad. También agradezco a Elvira del Departamento de Gestión de los recursos naturales por su apoyo en las constantes gestiones que implico recopilar la información empírica en tres regiones geográficas de México.

A mis compañeros del programa del doctorado, porque han sido amigos en la inmensa nostalgia que invadió mi pensamiento (de nuestra canción mixteca) durante mis estancias en Madrid, gracias a ellos, no me vi tan sola y triste cuál hoja al viento: Ana Cristina, Araceli, Mary, José y Magda.

A todos los científicos y científicas que accedieron a platicar conmigo sobre su trabajo y su relación con la sociedad, espero haber podido entender y plasmar sus inquietudes y perspectivas. A Escolástica Macías, mis constantes visitas a su despacho me dejaron ver lo fascinante de su labor, que es el dejar en los estudiantes la inquietud por investigar para asomarse de otra forma al mundo de la educación.

A todas las personas que no siendo científicos, están interesados en colaborar en investigaciones científicas, gracias por su tiempo y sus pacientes explicaciones sobre su trabajo.

"Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Convenio 116306: Innovación socioambiental para el desarrollo en áreas de alta pobreza y biodiversidad de la frontera sur de México (REDISA)"

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Justificación y planteamiento del problema	5
3. Objetivos e hipótesis	16
3.1. Objetivos generales	16
3.2. Objetivos específicos	17
3.3. Hipótesis	18
4. Marco histórico conceptual y metodológico	19
4.1. La relación entre docencia e investigación	25
4.1.1. Las universidades, breve recorrido histórico	28
4.1.2. Las formas de relacionar docencia e investigación	34
4.1.3. Cómo ha sido estudiada la relación entre docencia e investigación	42
4.2. La generación de conocimiento científico	43
4.2.1. La generación de conocimiento científico, un breve recorrido histórico	45
4.2.2. Cómo ha sido estudiada la generación de conocimiento científico	111
4.3. La relación de la ciencia con la sociedad	135
4.3.1. La relación entre la ciencia y la sociedad	137
4.3.2. Estudios sociales de la ciencia o cómo se ha estudiado la relación de la ciencia con la sociedad	145
4.3.3. La generación de conocimiento científico como acción social	151

4.3.4. La función que cumple la generación de conocimiento científico desde el enfoque de sistemas	158
5. Marco contextual	168
5.1. Los países comparados	168
5.4. La contextualización del trabajo realizado por docentes e investigadores entrevistados	171
6. Estudio de campo como procedimiento para contrastar la hipótesis	176
6.1. Método de trabajo para la recopilación de la información documental	180
6.2. Método de trabajo para la recopilación de la información empírica	182
6.3. La relación entre docencia e investigación	186
6.3.1. Análisis de los argumentos que caracterizan a cada perspectiva	187
6.3.2. Las perspectivas de complementariedad, independencia y conflicto en la opinión de los científicos	191
6.3.3. Influencia de los actores que participan en la relación docencia e investigación sobre el desarrollo de la misma	197
6.3.4. La decisión de ser científico y la vinculación entre docencia e investigación	199
6.3.5. El modo de generar conocimiento científico y la perspectiva que tienen los entrevistados de la relación docencia e investigación	202
6.4. La generación de conocimiento científico	216
6.4.1. Tipo de investigación que realizan los entrevistados	217
6.4.2. Fines que persiguen los entrevistados al generar conocimiento científico	219
6.4.3. Medios utilizados por los entrevistados para generar conocimiento científico	223

6.4.4. Consecuencias de los medios utilizados para generar conocimiento científico _____	243
6.5. La relación de la ciencia con la sociedad _____	248
6.5.1. Las funciones de la generación de conocimiento científico en la sociedad _____	249
6.5.2. Las funciones de la generación de conocimiento científico en España y México, comparación de contextos _____	280
6.5.3. Las funciones de la generación de conocimiento científico en la sociedad según investigadores y docentes contraste de perspectivas. _____	302
6.5.4. Contrastación global _____	313
7. Conclusiones _____	319
8. Propuesta para establecer procesos de aprendizaje social entorno a la función que la generación de conocimiento científico puede tener para las sociedades española y mexicana. _____	326
9. Referencias bibliográficas _____	335
10. Anexos _____	348
10.1. Índice de tablas _____	348
10.2. Índice de ilustraciones _____	352
10.3. Instrumentos utilizados _____	359

1. Introducción

La relación entre docencia e investigación desde la formación de las modernas universidades europeas durante el siglo XIX fue conceptualizada de dos formas: la primera, la de la unidad entre docencia e investigación, fue la base de la tradición universitaria alemana; mientras que la segunda, la de la separación de ambos procesos, fue el fundamento de la universidad napoleónica; a cuya tradición se ampararon españoles y mexicanos desde dicha época (Fortes y Lomnitz, 1991; Geiger, 1996 y Wittrock, 1996). En la perspectiva alemana, docencia e investigación son elementos de un mismo proceso; en consecuencia la generación de conocimiento científico implica el ejercicio de la razón para conocer, explicar, proyectar y prever el actuar humano y el funcionamiento de la naturaleza; por lo tanto, la investigación ejercita a la razón. Por su parte, el objetivo de la educación es la potenciación de la razón en aras de fomentar una acción responsable del individuo (Macías, 2001 y Medina Echavarría, 1944). Es decir, ambas, generación de conocimiento científico y docencia buscan transformar a la razón para que esta regule la conciencia y el actuar humano (Macías, 2001).

Desde este entendimiento, la educación puede hacer uso de la investigación para fomentar el ejercicio de la razón y por lo tanto para mejorar la capacidad de los estudiantes en una doble vía, para actuar racionalmente, tanto por la razón ejercitada como por la apropiación de la herramienta cognitiva que significa aprender a investigar (*Ibíd.*). El docente a su vez, cuando hace investigación, al comunicar el conocimiento, pero sobre todo el proceso a través del cuál se ha generado este, le asigna un valor social a la labor investigadora. El investigador comunica, no sólo lo que le ha sido enseñado,

sino su esfuerzo por mejorar la comprensión de aquello que le ha sido transmitido y por lo tanto retribuye a la sociedad la oportunidad que ha recibido al ejercitar su racionalidad (opinión vertida por uno de los entrevistados). Así, la generación de conocimiento científico es valiosa por la capacidad que tiene de desarrollar a la razón y no sólo por su utilidad práctica al generar desarrollos técnicos que hacen más comfortable la vida del ser humano.

Por el contrario, en la tradición donde docencia e investigación se conciben como dos procesos separados, como ocurrió en las universidades latinoamericanas hasta la década de los años 80 del siglo pasado, los docentes comunican el conocimiento necesario (no la forma de generarlo) para enseñar a los estudiantes el ejercicio de una profesión (Fortes y Lomnitz, 1991). En esta tradición, sólo a los estudiantes de segundo y tercer ciclo, se les forma mediante el desarrollo de investigaciones para que aprendan a investigar, pues se espera que se desempeñen como científicos (*Ibíd.*). Así, la capacidad para generar conocimiento científico no ha sido distribuida ampliamente entre la sociedad pues en la actualidad, sólo los científicos que trabajan en el sistema de ciencia y técnica mundial, participan de los beneficios que el trabajo de generación de dicho conocimiento aporta al ejercicio de la razón. Es decir, se deja de aprovechar el potencial que la investigación tiene para que los estudiantes ejerciten a la razón; así como se les educa sin que aprendan a utilizar a la investigación como herramienta de trabajo que en el futuro podría ayudarles a hacer un mejor ejercicio de su profesión.

Muchas sociedades que destinan recursos a sus sistemas de ciencia y técnica nacionales, como España y México, no están recibiendo los beneficios sociales que el conocimiento que se genera en el modelo de ciencia actual, denominado ciencia académica, debería producir ¿Tiene relación la situación anterior con el patrón de vinculación entre docencia e investigación que dichas sociedades siguen? En este sentido, existen fuertes cuestionamientos por parte de las mencionadas sociedades hacia el actuar de los científicos en los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano. Los científicos españoles y mexicanos, a su vez, se quejan de que la sociedad desconoce o no valora el saber científico y por lo tanto no destina los recursos suficientes para contar con sistemas de ciencia y técnica adecuados a las necesidades de dichas sociedades.

Desde el entendimiento anterior, la presente investigación se propuso entonces estudiar el funcionamiento de los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano para aportar a su comprensión. Dicho actuar, busca que el conocimiento y la explicación de dichos sistemas pueda conducir a la proyección y a la previsión de acciones que les permitan a estos sistemas, mejorar no sólo el flujo de conocimiento científico hacia la sociedad, para que esta pueda hacer un mejor y más intensivo uso de él; sino proponer acciones que permitan aprovechar el potencial transformador de la razón que la ciencia aporta.

El documento presente esta integrado por diez capítulos, el primero de ellos contiene la introducción; mientras que en el segundo se aborda el planteamiento del problema que presenta las razones por las cuáles se realizó esta investigación. En el tercer capítulo se hace una exposición de los objetivos y de la hipótesis que guiaron el presente trabajo. Por su parte, el capítulo cuarto contiene un marco histórico conceptual y metodológico que da cuenta no sólo del estado actual de la cuestión, sino en varios temas, como los relacionados con las universidades y la generación de conocimiento científico se hace un análisis de la evolución histórica de los sistemas que hoy conocemos, para comprender mejor el fenómeno que se estudia en la actualidad. Además de los tópicos mencionados, en el capítulo cuarto también se abordan las relaciones que se han establecido entre varios elementos que componen el fenómeno objeto de estudio; por ejemplo, la relación entre ciencia y sociedad y entre docencia e investigación.

Además, en el capítulo cuarto se presentan algunos ejemplos de cómo ha sido abordada tanto la generación de conocimiento científico como la relación entre ciencia y sociedad a través de los estudios sociales de la ciencia. Por último en el mencionado capítulo cuarto, se incluyen dos apartados vinculados con la propuesta metodológica de la presente investigación; es decir, se describe la forma en que la teoría de la acción social y el desarrollo organizacional que surge del análisis de sistemas sirven para comprender la función que cumple la generación de conocimiento científico en las sociedades estudiadas para de esta manera comprender las relaciones que se han establecido entre la ciencia y dichas sociedades. Las teorías antes mencionadas dan sustento tanto a los

métodos de recopilación de la información empírica como a los métodos de análisis de dicha información que forman parte del estudio de campo que como procedimiento para comprobar la hipótesis se diseñó, se puso en práctica y que es descrito en el capítulo sexto.

Así, el capítulo sexto da cuenta de los resultados obtenidos a partir de la comprobación de la hipótesis con el estudio de campo. El primer apartado de dicho capítulo lo integran los resultados y el análisis de la información correspondiente al tema de la vinculación entre la docencia y la investigación. Aquí se hace un análisis de la influencia que la separación entre docencia e investigación está teniendo sobre la relación entre la ciencia y la sociedad. El segundo apartado está integrado por la conformación racional de la experiencia de conocimiento en la ciencia académica y en el modo 2 o generación de conocimiento socialmente distribuido; es decir, que se hace un análisis de los fines y medios que ambos modos utilizan para generar el conocimiento científico y de las consecuencias que fines y medios tienen. El tercer apartado del capítulo sexto está integrado por la información y el análisis de la misma que permiten describir y comprender las funciones que la ciencia académica y el conocimiento socialmente distribuido tienen en la sociedad; la primera como proveedora de conocimiento científico fiable y la segunda, además como potenciadora del ejercicio de la razón para una población más amplia que la comunidad científica.

En el capítulo séptimo se presentan algunas conclusiones que la realización de la investigación ha dejado en la que sustenta; sin embargo, las conclusiones más que cerrar el presente trabajo presentando los aprendizajes generados, sirven para puntualizar los temas que la doctoranda consideró que resaltaron de todos los elementos analizados. Por lo anteriormente expuesto, las conclusiones dan pie a un último capítulo reflexivo, donde se presenta una propuesta para continuar con el estudio de un fenómeno complejo resultado de la interacción de dos sistemas ya de por sí complejos; así como de la forma en que algunos de los aprendizajes, que la doctoranda considera que son importantes, pueden ser incorporados a los sistemas estudiados.

2. Justificación y planteamiento del problema

Aunque las relaciones entre la ciencia y la sociedad están determinadas por el enfoque triunfalista que rodea a la ciencia, es decir, que un aumento en la investigación científica, genere una mayor producción de conocimiento científico y este a su vez repercuta sobre la sociedad para mejorar su bienestar, la diversidad de las relaciones que se establecen entre estos dos sistemas complejos no resulta tan lineal. El funcionamiento del sistema de ciencia y técnica tiene características más o menos homogéneas a nivel mundial que la hacen establecer cierto tipo de relaciones, más o menos heterogéneas dependiendo de la sociedad con la que se vincule.

En el caso de la sociedad española, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (LFyCGICyT) reconoce que si bien se ha avanzado significativamente en la producción científica no se ha logrado el mismo incremento en el desarrollo técnico, sobre todo el de alta tecnología. Debido a lo antes mencionado, la Ley vigente y el Anteproyecto de Ley para la Ciencia y la Tecnología (ALCyT) dejan ver una preocupación por la contribución de la ciencia y la técnica a la transformación del sistema productivo español para impulsar la innovación y el desarrollo productivo, como se señala en la exposición de motivos del Borrador 0 de fecha 11 de febrero de 2009 del ALCyT y en la LFyCGICyT de 1986.

Por lo que respecta a la relación entre la sociedad mexicana y el sistema de ciencia y técnica, la legislación mexicana sobre ciencia y técnica aborda la necesidad de vincular al sector productivo con la innovación y el desarrollo técnico para lo cuál solicita a las instituciones involucradas en el sistema de

ciencia y técnica, que promuevan la modernización, la innovación y el desarrollo técnico a través de proyectos que incorporen el financiamiento del sector privado. El Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) hace hincapié en que el sistema de ciencia y tecnología debe generar productos que promuevan la innovación en el sector productivo para mejorar su competitividad. (Art. 12 de la Ley de Ciencia y Tecnología de México (LCyT) y PECYT de México 2008-2012).

El porcentaje del producto interno bruto (PIB) que México y España han dedicado a la actividad de ciencia y técnica como se aprecia en la Ilustración 1, se ha incrementado desde 1993, haciendo evidente que la ciencia y la técnica van tomando cada vez más importancia en estos países, de acuerdo a los datos aportados por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) (2009). España invirtió 30% más en 2005 de lo que lo había hecho en 1993, llegando a 1.2% de su PIB; mientras que México, en 2005 duplicó la inversión realizada en 1993, logrando apenas el 0.5% del PIB (*ibíd.*).

Cuando se comparan los datos de ambos países con relación a Estados Unidos, uno de los primeros lugares de competitividad a nivel mundial, según la clasificación del World Economic Forum (2011), ninguno de los dos países mencionados se acerca a lo que significa en millones de dólares el 2.6% que EUA dedica a sus actividades de investigación y desarrollo; según se puede observar en la Ilustración 1 (RICYT, 2009). En efecto, sí bien España dedicó el 1.2% de su PIB en 2005; dicha cantidad apenas representa el 4% de lo invertido por EUA en éste rubro en ese mismo año; para México la situación es más crítica pues su inversión en esta actividad apenas representa menos del 1% de lo que Estados Unidos invirtió en 2005 (*ibíd.*).

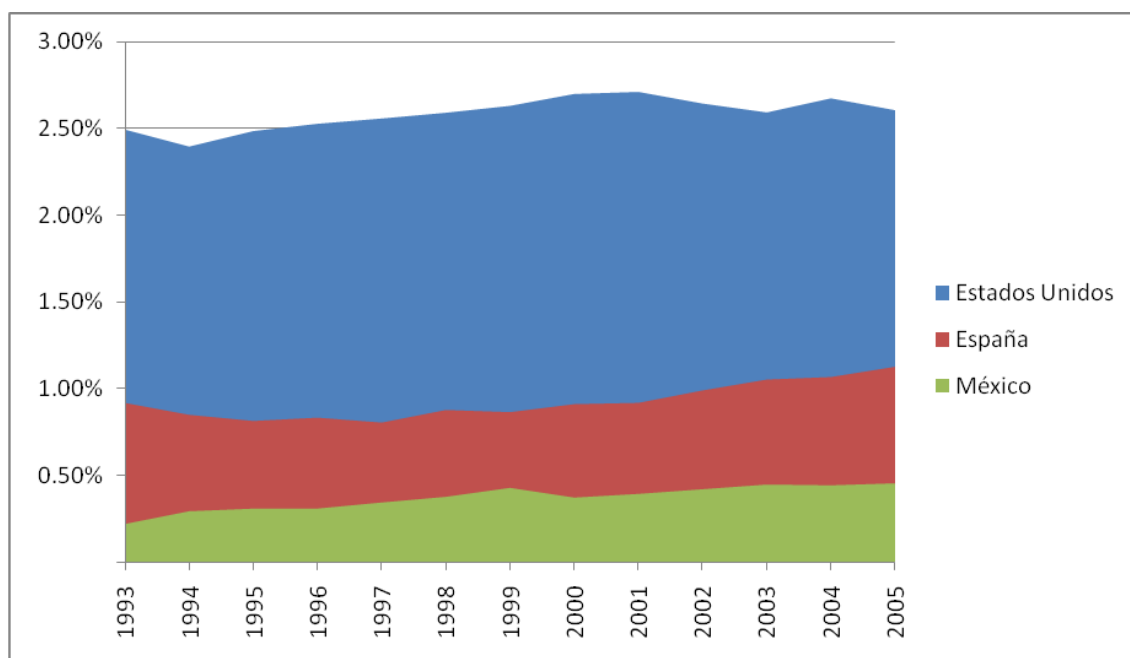


ILUSTRACIÓN 1. PORCENTAJE DEL PIB DESTINADO A CIENCIA Y TÉCNICA ENTRE 1993 Y 2005. FUENTE: RICYT, 2009. ELABORACIÓN PROPIA.

Así, resulta preocupante que en 2009 el gobierno mexicano haya decidido reducir el presupuesto dedicado a las dependencias federales, ante los problemas financieros que tiene que enfrentar, debido a las repercusiones de la crisis mundial. Entre las mencionadas dependencias se encuentran las dedicadas a la ciencia y la técnica, según fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 29 de mayo de 2009. Es decir, si bien, el recurso destinado a investigación y desarrollo era insuficiente para contar con un sistema de ciencia y técnica adecuado, la reducción en los capítulos de salarios de personal y gastos de operación hará más difícil que dicho sistema funcione adecuadamente (DOF, 29 de mayo de 2009).

La medida anterior, contraria a las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2009a) que ante la situación de crisis propone a los gobiernos invertir más en investigación y desarrollo para asegurar el crecimiento futuro, pone de manifiesto que la ciencia y la técnica no son una de las estrategias del gobierno mexicano para salir de la crisis en la que el país está sumido. La OCDE (2009b) cuestiona, sin embargo, que en el caso de México, el incremento de la innovación global es muy baja y lo es aún

más la innovación basada en el enfoque de investigación y desarrollo. México, no obstante tener un grupo de universidades y centros públicos de investigación de buena calidad, así como la experiencia acumulada de algunas agencias públicas para la promoción de la ciencia, la técnica, la innovación y el desarrollo económico, tiene en contra: la baja asignación presupuestal y el escaso compromiso político con la ciencia, la técnica y la política de innovación, un bajo nivel de cooperación pública y privada y una baja movilidad de recursos humanos en ciencia y técnica (*Ibíd.*).

Por otro lado, como ya fue mencionado, la relación entre la disponibilidad de mayores recursos para la ciencia y la técnica y la generación de innovaciones no es lineal, puesto que la función que la ciencia cumple en un país determinado depende de una multitud de elementos que no siempre son considerados, ni en conjunto ni por separado en las políticas de desarrollo de la ciencia, la técnica y en relación con la sociedad. Por ejemplo, la ciencia será útil a la sociedad, siempre y cuando aborde en sus investigaciones los problemas que le aquejan a esta encontrando soluciones y no siempre ocurre tal cuestión (Ziman, 1980). La definición de los problemas investigados por la ciencia depende de la búsqueda del principio del consenso, de los recursos con que cuentan los investigadores para llevar a cabo su trabajo y de las capacidades de éstos, más que de la agenda de la sociedad (Bunge, 1997, Planck, 2000 y Ziman, 1980).

En los casos en que existe coincidencia de agendas, la relación ciencia-sociedad se enfrenta a otros problemas. Por ejemplo, en general, en los países en desarrollo se carece de un entorno favorable para la vinculación entre conocimiento y desarrollo social, debido a que la aplicación de conocimiento científico y técnico tiene lugar en condiciones desarticuladas y de limitados alcances (Licha, 1994; citada por Estébanez, 1998). De esta forma, los nexos entre los diversos actores del sistema científico y técnico son precarios, existiendo aislamiento entre productores y usuarios de conocimiento, particularmente cuando estos últimos pertenecen al sistema productivo (Estébanez, 1998).

Claro ejemplo de lo mencionado anteriormente, es la forma en que financia la ciencia y la técnica, qué como se puede observar en la Tabla 1 en España y en México lo hace el sector público en su mayor parte; mientras que en Estados Unidos, el sector empresarial se hace cargo de la mayor parte del financiamiento. Lo antes referido refleja la escasa vinculación que existe entre el sistema de ciencia y técnica y el sector empresarial; es decir, para los empresarios de España y México, el conocimiento generado en el sistema de ciencia y técnica no es importante, por lo tanto no vale la pena dedicar recursos para la financiación de actividades que generen más conocimiento (RICYT, 2009).

TABLA 1. GASTO EN CIENCIA Y TÉCNICA Y SECTORES QUE LA FINANCIARON EN 2005.

País	Gasto en ciencia y técnica (millones de US\$)	Gobierno (Porcentaje)	Empresas (Porcentaje)	Educación Superior (Porcentaje)	Organizaciones privadas sin fines de lucro (Porcentaje)	Extranjero (Porcentaje)
Estados Unidos	323,546.0	30.17%	64.15%	2.60%	3.07%	
España	12,746.1	47.11%	46.29%		0.86%	5.74%
México	2,875.1	49.18%	41.51%	7.29%	0.93%	1.08%

Fuente: RICYT (2009).

Por otra parte, las condiciones en las cuáles se produce el conocimiento científico influirá en el mayor o menor aislamiento entre generadores de conocimiento y usuarios del mismo. Por ejemplo, México contaba en 2005 con el 11% de los investigadores de que disponía EUA por cada 1000 habitantes de la población económicamente activa (PEA); mientras que España en ese mismo año, tenía el 56% de los que contaba EUA, como se aprecia en la Tabla 2 (RICYT, 2009). De igual manera, la producción académica de dichos investigadores presentaba diferencias; si se considera el indicador de publicaciones en el Índice de citación científica (SCI por sus siglas en inglés) por cada 100,000 habitantes (es decir, ponderando el número de publicaciones de acuerdo al tamaño el país en términos poblacionales), los investigadores mexicanos, en 2005, apenas generaron el 5% de la cantidad que generaron los investigadores de EUA; mientras que los investigadores españoles lograron el 62% de dicha cantidad. Las diferencias mencionadas se reducen si se

considera el indicador de publicaciones en SCI por cada 100 investigadores (es decir, la producción específica de los investigadores, sin considerar la situación del país donde se éstos se desenvuelven), pues España incluso logra generar una mayor cantidad de publicaciones por cada 100 investigadores que la obtenida por los científicos estadounidenses; no ocurre lo mismo con México, sin embargo, sus diferencias son menores que en los otros rubros mencionados, según se aprecia en la misma Tabla 2 (RICYT, 2009).

La producción de patentes tiene una dinámica diferente, ya que EUA genera 96% más patentes que México y 91% más que España, de acuerdo a como se observa en la Tabla 2 (RICYT, 2009). Es decir, tanto en México como en España, el conocimiento científico generado no se ha transformado en desarrollo tecnológico que pueda ser incorporado a la producción, tal como lo señalan tanto el ALCyT de España y la LCyT de México. El escaso desarrollo de innovaciones en México fue caracterizado por López y Sandoval (2007), quienes utilizaron los datos de la balanza de pagos tecnológica, el índice de competitividad global y el coeficiente de inventiva para analizar la influencia de la implementación de la política de ciencia y tecnología en México de 2001 a 2006. La balanza de pagos tecnológica mexicana aumento su déficit entre 1996 y 2004 en 46% pues paso de -238.2 millones de dólares a -511.7 millones de dólares; mientras que en la clasificación de competitividad global, México descendió del lugar 33 en 2000 al lugar 66 en 2010-2011 (*Ibíd.* y World Economic Forum, 2011).

Por lo que respecta a España, su situación también ha ido en decremento con relación al índice global de competitividad, ya que en 2008 se encontraba en el lugar 28 y como se puede ver en la Tabla 3 descendió al lugar 42 en 2010. En la mencionada Tabla 3 es posible apreciar que España esta mejor ubicado en los indicadores de educación superior y entrenamiento y preparación tecnológica que en el índice global, no así en el de innovación que se encuentra unos lugares por debajo del índice global. En el caso de México, ocurre todo lo contrario, pues todos los indicadores relacionados con educación superior, entrenamiento, preparación tecnológica e innovación se encuentran muy por debajo del índice global (World Economic Forum, 2011).

TABLA 2. INVESTIGADORES, PATENTES Y PUBLICACIONES DE LOS PAÍSES ESTUDIADOS EN 2005.

País	Investigadores por cada 1000 habitantes de la PEA (*)	Patentes			Publicaciones en SCI por cada 100,000 habitantes	Publicaciones en SCI por cada 100 investigadores
		A residentes	A no residentes	Total		
Estados Unidos	9.27	85,068	72,426	157,494	126.87	27.05
España	5.28	2,190	11,144	13,334	79.02	31.76
México	1.03	118	5,401	5,519	6.56	15.50

* Equivalente a jornada completa. Fuente: RICYT (2009).

TABLA 3. POSICIÓN DE MÉXICO Y ESPAÑA EN EL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD GLOBAL EN 2010 Y 2011.

País	Índice global de competitividad	Salud y educación primaria	Educación superior y entrenamiento	Preparación tecnológica	Innovación
Suiza	1	7	4	7	2
Estados Unidos	4	42	9	17	1
España	42	49	31	30	46
México	66	70	79	71	78

Fuente: World Economic Forum (2011).

La situación descrita anteriormente, deja ver que es necesario el estudio de la relación entre la ciencia y la sociedad para poder conocer, explicar, proyectar y prever acciones que mejoren el impacto de la ciencia y la técnica sobre la sociedad. En algunos casos, han sido implementados procesos de socialización y popularización del conocimiento científico, con el objetivo de que los diferentes sectores de la sociedad identifiquen claramente qué es lo que la ciencia y la técnica le pueden ofrecer; así como cuál es el lugar que las instituciones académicas y de investigación ocupan en dicho proceso (Daza y Arboleda, 2001). Sin embargo, el impacto de la ciencia y la técnica sobre la sociedad abarca mucho más que la alfabetización científica de esta para que dicha sociedad comprenda cuál es el menú de opciones que la ciencia y la técnica le pueden ofrecer pues ello sólo no posibilitará el mejoramiento de las habilidades de los ciudadanos para desenvolverse en la vida (*Ibíd.*).

Al respecto de la relación ciencia sociedad surge la pregunta acerca de ¿qué tan importante es el conocimiento científico para la vida de los hombres en el mundo actual? En los campos de conocimiento relacionados con el mundo natural el poder de predicción del conocimiento científico permite al hombre, más que en el pasado, aprovechar eficaz y eficientemente los recursos naturales de que dispone, transformándolos en satisfactores materiales mediante técnicas cada vez más sofisticadas (Ziman, 1976). Sin embargo, no ocurre lo mismo con las interacciones de las personas en sociedad; ya que hasta el momento el cuerpo de conocimientos generado por los científicos sociales no han sido transformados de la misma forma en guías para la acción que sustituyan a las acumulaciones de sabiduría práctica con la que todavía se decide la mayoría de lo que hacemos en éste ámbito (*Ibíd.*)

En este mismo sentido, podría ocurrir que la forma de diseñar los programas de investigación, la especialización tan minuciosa que se requiere para llevar a cabo ciertas investigaciones, o incluso que las apreciaciones que aportan diversas disciplinas especializadas, no dejen generar una descripción del fenómeno que permita al sistema científico producir respuestas adecuadas para resolver los problemas sociales de la humanidad (Ziman, 1980).

Por otra parte, para algunos sociólogos como Habermas (1982), la dominación del hombre sobre la naturaleza con técnicas cada vez más sofisticadas se ha dado a costa del abandono de una conciencia social de los individuos, pues el saber racional que ha tenido tanto éxito en la dominación del mundo natural ha orientado al hombre a una actuación individual, ocultando u opacando las interacciones que le son necesarias para vivir activamente en una sociedad y por lo tanto dejando de lado el conocimiento de estas interacciones.

Debido a que el conocimiento y más aún el científico se ha convertido en el principal elemento de innovación para la producción de bienes, servicios y desarrollo económico, es creciente la preocupación acerca de cómo puede ser utilizado para fomentar la competitividad regional. La OCDE (2009a) ha puesto especial énfasis en la forma en qué las capacidades científicas se combinan con las industriales para mejorar la aptitud de las regiones para adaptar el conocimiento a sus necesidades de innovación. Así, mecanismos tan

novedosos como los sistemas de innovación regional y los clusters, que ya han sido probados con éxito en otros países que forman parte de dicha organización, pueden jugar un papel muy importante como vías de transferencia del conocimiento del sector académico donde se genera este a los sectores productivo, social y público donde se utiliza (*Ibíd.*).

De esta forma, resulta importante invertir en el sistema de ciencia y técnica para que éste aporte los conocimientos científicos necesarios para dinamizar los procesos de desarrollo regional a través de las innovaciones incorporadas al sistema productivo (*Ibíd.*). Sin embargo, tan importante es aumentar la inversión en investigación y desarrollo para lograr el fortalecimiento del sistema de ciencia y técnica de México a fin de garantizar la provisión de conocimiento, como trabajar para que dicho sistema se articule con las diversas estrategias que las sociedades están impulsando para fomentar procesos de desarrollo más equilibrados (*Ibíd.*). En este sentido, es necesario preguntarse ¿cómo se genera el conocimiento científico en las instituciones académicas y de investigación de México y como se relacionan estas con la sociedad?; así ¿Cómo el proceso antes señalado, ocurre de la misma forma en otros países de la OCDE, por ejemplo en España, con quién México comparte cultura e historia común? De tal forma que se pueda encontrar caminos que mejoren el impacto social de estas instituciones (Boisier, 2005).

Las universidades y centros de investigación impactan sobre la competitividad de su entorno dependiendo de cómo se desenvuelvan los siguientes factores (Pérez, 2004; citado por Boisier, 2005:59):

- a) Las características del entorno: nivel de desarrollo económico y tecnológico; entorno empresarial y organizativo; dotación y uso de capital humano; especialización de la economía e intensidad tecnológica.
- b) Las características de las universidades: recursos humanos y financieros; especialización científica; cultura organizacional y valores predominantes; eficiencia, productividad y calidad docente y de investigación.
- c) El funcionamiento de los enlaces: sistema de investigación, desarrollo e innovación; difusión de los resultados; financiamiento de dichas actividades.

En el caso de México, el desempeño del sistema de ciencia y técnica presenta las disparidades regionales que se viven en el resto de los sectores (OCDE, 2009a). Por ejemplo, en la región sur-sureste de México se asientan solo el 25% de los centros públicos de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); mientras que en el centro del país se concentra el 44% de ellos (CONACYT, 2011).

Aunado a lo anterior, el sistema de ciencia y técnica no está haciendo lo suficiente socializando el conocimiento científico que se genera pues algunos sectores de la sociedad perciben que estas instituciones no están cumpliendo con su papel como proveedoras de conocimiento útil a la sociedad (Boisier, 2005). El impacto de la ciencia y la técnica depende de la socialización del conocimiento y de los procesos de divulgación y popularización del mismo; es decir, de procesos culturales que ocurren dentro de la sociedad. Para Daza y Arboleda (2007) la comunicación pública de la ciencia se refiere a un diálogo o relación de doble vía que transformará necesariamente a los involucrados en él; sin embargo, la forma en que el sistema de ciencia y técnica ha concebido tradicionalmente la difusión de la ciencia es precisamente como un proceso unilateral, donde la ciencia habla (alfabetiza científicamente) y la sociedad escucha para enterarse de los avances científicos y de esta forma poder apreciarlos o admirarlos, es decir, para aumentar su cultura (*Ibíd.*).

Sin embargo, ha habido otros enfoques donde la comunicación se plantea como un ejercicio donde las personas que interactúan en ellos desarrollan sus capacidades para actuar, organizarse y participar en las decisiones sobre lo que se investiga. Daza y Arboleda (*Ibíd.*) mencionó que el reto en términos de comunicación social de la ciencia es la creación de escenarios de encuentro e intercambio entre los científicos y públicos no especializados, que en el futuro podrían convertirse en espacios de definición de agendas de investigación para la discusión de problemáticas locales a la vez que funcionen como mecanismos para la reflexión de los científicos en torno a problemas sociales. De esta manera, es necesario cuestionarse ¿Qué canales de socialización y popularización del conocimiento científico están utilizando las instituciones académicas y de investigación mexicanas y española? ¿Cuáles mecanismos de vinculación ocupan y qué impacto tienen éstos sobre la sociedad? ¿Cómo

se difunde el conocimiento entre los actores estratégicos para la resolución de un problema social? (Estébanez, 1998).

Es necesario reflexionar qué ocurre con la dimensión cultural del impacto, por ejemplo, conocer cómo se dan los nexos entre conocimiento y desarrollo social, el lugar que ocupa el conocimiento local frente a los procesos de globalización del conocimiento científico y sobre la divulgación y popularización de la ciencia en general (Estébanez, 1998).

Algunos autores como Estébanez (1998) proponen estudiar el impacto que la ciencia y la técnica tienen en la sociedad a través de las siguientes preguntas ¿cómo afectan la ciencia y la tecnología a la estructura y desempeño de la sociedad contemporánea? ¿Es posible evaluar con precisión el impacto social del conocimiento científico y tecnológico? y ¿Es posible diseñar indicadores?

3. Objetivos e hipótesis

3.1. Objetivos generales

1. Analizar la vinculación entre docencia e investigación desde las perspectivas de complementariedad, independencia y conflicto y en relación a los cambios producidos en la forma de generar conocimiento científico, para que en base a dicho análisis sea posible describir y explicar como ocurre la vinculación entre estos dos procesos; así como la posibilidad de proyectar y prever acciones que permitan a ambos procesos actuar a favor del ejercicio de la razón y por lo tanto de su potenciación.
2. Llevar a cabo una descripción y análisis histórico sobre cómo se ha generado el conocimiento científico a lo largo de algunos momentos clave de la historia de la ciencia para comprender la evolución histórica que ha permitido que el sistema de ciencia y técnica actual tenga la conformación racional que la caracteriza; así como su comparación con el modo emergente de generación de conocimiento socialmente distribuido.
3. Conocer la forma en que ha sido estudiada la relación entre la ciencia y la sociedad y diseñar y poner en práctica una forma de investigación que considere la acción social implicada en el trabajo que los científicos llevan a cabo, al igual que la función que la generación de conocimiento científico cumple en la sociedad para de este modo proponer alternativas que mejoren tanto la acción social como la función mencionada.

3.2. Objetivos específicos

1.1. Analizar la forma en que se presenta cada una de las perspectivas con que es concebida la relación entre docencia e investigación, a saber, conflicto, independencia y complementariedad para comprender como se conceptúa esta relación desde la posición de los investigadores y docentes españoles y mexicanos.

1.2. Identificar la influencia de los diferentes actores que están involucrados con la vinculación entre la docencia y la investigación para comprender su actuación y poder delinear posibilidades de cambio en dicha vinculación, de tal forma que se aproveche el potencial transformador de la razón que ambos procesos tienen.

1.3. Identificar la forma en que los científicos que trabajan en el modo de ciencia académica y los que trabajan en el conocimiento socialmente distribuido conceptúan la relación entre la docencia y la investigación para identificar líneas futuras de evolución de dicha relación que esta ligada a las líneas futuras de evolución de ambos modos de generar conocimiento científico.

2.1. Conocer y entender cómo se lleva a cabo la generación de conocimiento científico, en el modelo actual de ciencia académica, identificando su evolución histórica y el proceso por medio del cuál se asentaron sus características principales para identificar posibilidades de cambio que permitan una mayor difusión y uso de dicho conocimiento por parte de la sociedad

2.2. Probar un método de trabajo que permita realizar investigaciones sobre la generación de conocimiento científico que considere los aspectos cognitivos y sociales de los procesos que son necesarios llevar a cabo para generar dicho conocimiento para mejorar el entendimiento de dichos procesos y por lo tanto del funcionamiento del sistema de ciencia y técnica que lo origina.

2.3. Poner en práctica el método propuesto por medio del estudio de dos realidades en las que se lleva a cabo la generación de conocimiento científico, España y México para, por un lado, probar la pertinencia y adecuación del

método propuesto y por otro, generar conocimiento científico sobre dichas realidades, de tal forma que se puedan plantear posibilidades que mejoren la vinculación de la actividad científica con la sociedad.

3.1. Desarrollar una propuesta de investigación que basada en la teoría de la acción social y en el enfoque de sistemas, permita el estudio de las relaciones sociales establecidas entre la ciencia y la sociedad para comprender mejor las funciones de la ciencia en la sociedad y los cambios que se están produciendo en el hacer ciencia y por lo tanto en su pertinencia para la sociedad actual.

3.2. Describir la forma en que la ciencia académica y la distribución social de conocimiento, como modos de generación de conocimiento científico, se relacionan con las sociedades española y mexicana para identificar la función específica que cumplen en estas en relación al fomento de innovaciones y en general como instrumentos que promuevan el mejoramiento de las capacidades de los diferentes actores de dichas sociedades.

3.3. Desarrollar una propuesta de cómo se podría evaluar la función de la ciencia en el fomento de las capacidades de la sociedad para promover la innovación y el desarrollo.

3.3. Hipótesis

Si el problema de generación de conocimiento con salida tanto en el ámbito de la investigación científica como en su aporte a la resolución de problemas sociales depende de la conceptualización que del sistema científico tienen sus integrantes, de la conexión entre sus componentes, a saber científicos, comunidad científica y cuerpo de conocimientos que generan y de cómo se relacionan estos componentes con la sociedad, si todo lo citado acaece, entonces es posible mejorar la relación y efectos que aquél genera con y sobre la sociedad.

4. Marco histórico conceptual y metodológico

El conocimiento es la acción y el efecto de conocer, es decir, el producto de la aplicación de las facultades intelectuales, de la racionalidad, para averiguar la naturaleza, las cualidades y relaciones de las cosas; es a la vez también sinónimo de entendimiento, inteligencia y razón natural (Diccionario de la Lengua Española). Habermas (1982) lo define como un argumento que se hace entorno a cualquier cosa; mientras que para Aristóteles (1994) es el saber que se obtiene a través del conocer.

El conocimiento se genera entonces, en el ejercicio de la característica más humana, la razón; es decir, en la aplicación de la capacidad de clasificar, inferir, deducir, diferenciar y reflexionar para comprender el mundo que rodea al hombre (González, 2001 y Horkheimer, 2002). ¿Pero cómo se ejecuta este instrumento? Si bien la razón es característica de todos los hombres, su ejercicio es individual y esa singularización depende de la educación; para que la razón se convierta en el instrumento de perfeccionamiento del hombre en su camino evolutivo debe ser educable mediante pautas orientadoras que auto orienten su actividad y generen conocimiento, que a su vez se convierta en la base para seguir conociendo (González, 2001 y 2010). Así,

“La educación se presenta entonces como una actividad naturalmente necesaria y en ajustada secuencia con la genética. La razón se educa para conocer y, desde lo conocido, seguir conociendo; lo que el ser humano conoce lo constituye esencialmente y lo identifica (González, 2010:24).

El sujeto observa una parte de los objetos del conocimiento que es posible conocer a través de las impresiones que se reciben del mundo exterior; ésta sensación es transformada en percepción, que se transmite de los sentidos al cerebro, después aparece la memoria, la cuál a través de los flujos de neurotransmisión que ocurren en la estructura neuronal, guarda las percepciones y genera expectación, inferencia y causalidad de lo percibido, generando la experiencia (Aristóteles, 1987, González, 2001; Habermas, 1982; Hegel y Kant citados por Habermas, 1982; Planck, 2000 y Platón, 1986). Un esquema de este proceso puede ser observado en la Ilustración 2.

La experiencia, también denominada por Hegel (citado por Habermas, 1982) como la conciencia, consiste en conocer lo concreto a través de los sentidos; es decir, llegar a un significado de una cosa en sí. La experiencia ocurre por la mediación de un organón que le permite al sujeto formar un argumento sobre los objetos observados,

“como un medio a través del cual la luz del entendimiento entra en el sujeto, algo así como la idea refractada del objeto que el sujeto observa”
(Habermas, 1988:17).

No observamos en el vacío, vemos con el vocabulario de la mirada, esa forma de ver que se matiza con los nuevos conocimientos, se percibe al objeto reconociéndolo o interpretándolo con referencia a lo ya conocido, como una reminiscencia de las categorizaciones o esquemas cognitivos que establecen *a priori* una referencia a la acción, de tal forma que lo observado, tiene ya un significado para el observador (González 2001; Habermas, 1982; Kant citado por Habermas, 1982 y Platón, 1986). Kant (citado por Habermas, 1982) denomina a esta característica del entendimiento como el principio de la unidad sintética de la apercepción; Habermas (1982) lo nombra como la referencia diferencial de la experiencia a la acción y González (2001) menciona que el conocimiento generado se transforma en potencia para seguir conociendo.

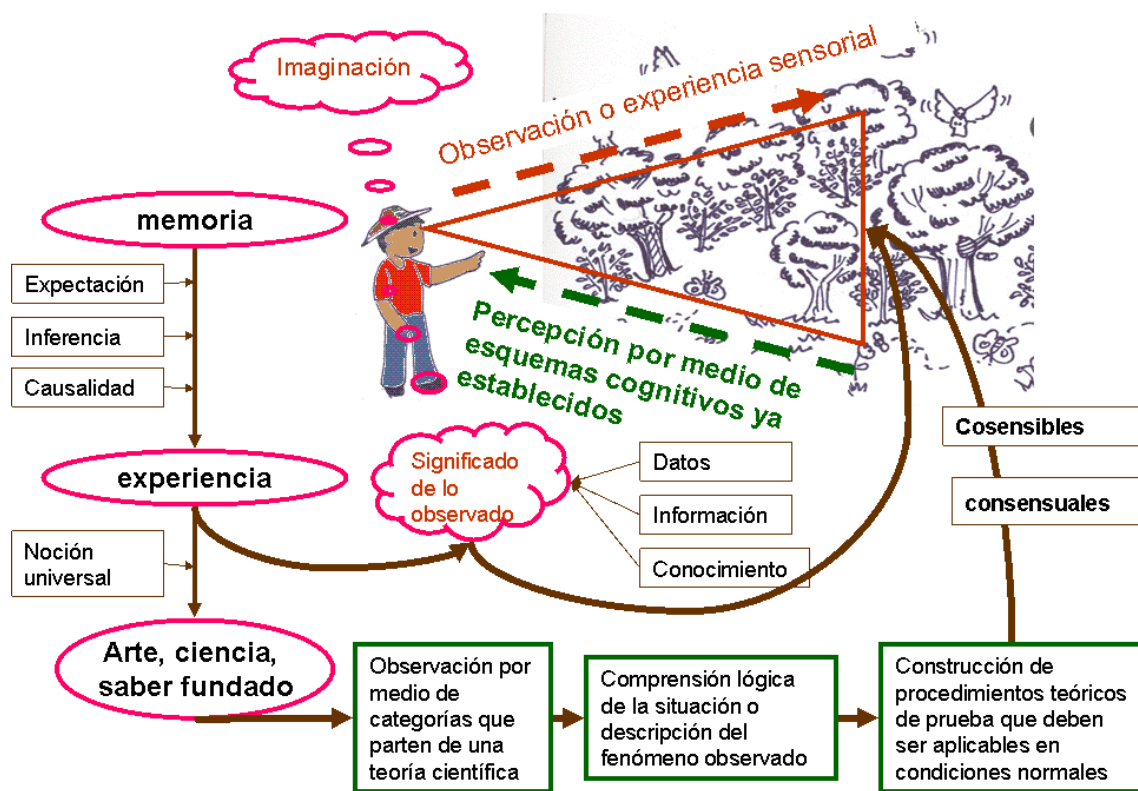


ILUSTRACIÓN 2. ESQUEMATIZACIÓN DE CÓMO SE GENERA EL CONOCIMIENTO, LA EXPERIENCIA Y EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO. ELABORACIÓN PROPIA.

La generación de conocimiento puede permanecer como mera experiencia y como tal ser utilizada por los hombres, garantizando cierto éxito en la resolución de los problemas prácticos de la vida; pero si se reflexionan las experiencias, este proceso conducirá a una noción universal sobre los casos semejantes, también denominado conocimiento teórico, saber fundado o saber absoluto (Aristóteles, 1986 y Habermas, 1982). Para Aristóteles (1986) este saber universal conducirá al arte, produciéndose entonces, dos tipos de conocimiento el singular (la experiencia) y el universal (el arte). Así, la experiencia sensorial u observación se transforma en datos, información y conocimiento, mediante la experiencia comunicativa o comprensión, como por ejemplo la descripción y la narración del fenómeno observado (González, 2001 y Habermas, 1982).

Existe otra forma de acción racional diferente a la experiencia, la imaginación, la cuál no necesita de impresiones externas para generar conocimiento, más bien utiliza el conocimiento existente para generar flujos de neurotransmisión

en determinados sentidos aún no explorados por el sujeto y que no han sido activados por incentivos externos propiciando avances en ámbitos aún no dominados por el hombre que efectúa ese avance (González, 2001). La imaginación permite inferir y conjeturar a partir de la experiencia y el conocimiento generado, por lo que resulta un proceso sumamente importante en la generación de conocimiento pues permite aprovechar aún más el conocimiento previo (González, 2001).

Marx (citado por Habermas, 1982) presenta otra visión del proceso de generación de conocimiento, pues lo relaciona con un interés más instrumental; para él la construcción de la conciencia (experiencia) del hombre se da a partir de su interacción con la naturaleza por medio del trabajo. La mencionada relación va modificando tanto al hombre que conoce y transforma como a la naturaleza sobre la que actúa, generando una síntesis (conocimiento) que tiene lugar no en un medio presidido por el pensamiento; sino en uno gobernado por el trabajo (*Ibíd.*). En este sentido, el saber producido dentro del marco de la acción instrumental se incorpora como fuerza productiva a la existencia exterior (*Ibíd.*).

En cierto modo, la conformación de un saber fundado teóricamente es una continuación de las objetivaciones que se realizan ya en la práctica diaria o la experiencia para poner orden en las variadas sensaciones que le llegan al hombre del mundo, con la diferencia que el saber fundado tiene una pretensión de objetividad llevada a cabo por la verificación de las formulaciones hipotéticas convertidas en teorías (Habermas, 1982 y Planck, 2000).

De esta forma, se llega al concepto de conocimiento científico, objeto del presente trabajo. La forma de conocer científicamente a decir de Tucídides (2008) con “método” surgió durante la época clásica Griega, pero su desarrollo fue interrumpido por cerca de 1700 años, hasta que en 1214 Roger Bacon empezó a propugnar por la separación entre fe y ciencia y casi trescientos años más tarde Francis Bacon (1561-1623) y Galileo Galilei (1564-1642) establecieron las bases del moderno método científico (Heimendahl, 1969). A lo largo de cuatro siglos de desarrollo, el conocimiento científico se transformó, en un instrumento cognoscitivo tan fiable como nunca se había encontrado, de

ahí el éxito tan grande que ha alcanzado como guía para la acción humana (Bunge, 1985, Horkheimer, 2002 y Ziman, 1978).

¿Cómo ha ocurrido ese proceso, donde el conocimiento científico ha llegado a ser tan importante para la sociedad actual? ¿Por qué no ha ocurrido de manera similar para todas las sociedades que han abrazado de una u otra forma el paradigma que iguala a la generación de conocimiento científico con el desarrollo del bienestar de las sociedades?. Las explicaciones anteriores tienen que ver con el tipo de relaciones que se establecen entre los procesos que integran a este fenómeno tan complejo; en este sentido, en la presente investigación se organizará el abordaje de la teoría, los conceptos y los métodos que fueron empleados para llevarla a cabo en tres grandes temas: la relación entre la docencia universitaria y la investigación científica como forma de generar conocimiento científico, la forma en que se lleva a cabo la generación de conocimiento científico y finalmente, la relación que se ha establecido entre la ciencia y la técnica, como sistema que generara el conocimiento científico y la sociedad.

El primer tema tiene que ver con la relación que se establece entre la docencia llevada a cabo en las universidades y la investigación científica, ante la demanda actual de gobiernos, sectores productivos y sociales que esperan que dichas instituciones contribuyan a generar conocimiento científico y profesionistas capaces de hacer uso de él. Docencia universitaria e investigación científica inciden para que los estudiantes ejerciten el uso de la razón y por lo tanto, su interacción generará capacidades en los mismos de uno u otro tipo. El tema se aborda en el apartado 4.1., por medio de un breve recorrido histórico sobre la conformación de las universidades actuales, la forma en que se ha vinculado a la docencia universitaria y a la investigación científica en dicho proceso histórico; así como la manera en que ha sido estudiada esta vinculación.

El segundo gran tema, tiene que ver con la forma en que se lleva a cabo la generación de conocimiento científico, así como también, con la manera en que dichos científicos conforman racionalmente la experiencia de conocimiento y por lo tanto, con los fines que buscan con dicha experiencia. Para muchos

científicos en la actualidad, el valor del conocimiento científico radica en su publicación, por lo tanto conforman experiencias de conocimiento que los lleven a cumplir este fin, ¿Pero cómo ha llegado a desarrollarse esta concepción de la investigación científica? Para saberlo, la sección 4.2. ha sido integrada por un breve recorrido histórico sobre la manera en que se ha conformado racionalmente la experiencia de investigación científica en seis épocas emblemáticas de la historia de la ciencia: Aristóteles y la época clásica griega, Galileo y los inicios de la ciencia moderna, Clerk Maxwell y los científicos del siglo XIX, Planck y el cambio de siglo, la ciencia a principios del siglo XX, Feynman y la gran ciencia y finalmente Gibbons y el conocimiento socialmente distribuido. Es importante anotar que en la actualidad, la ciencia académica llevada al extremo en el patrón de gran ciencia es el modo predominante de generar conocimiento científico; mientras que el conocimiento socialmente distribuido es el patrón emergente. Además, en la sección se aporta una revisión de la manera en que dicha generación de conocimiento científico ha sido estudiada desde los campos de la filosofía, la historia y la sociología.

Mientras que el tercer tema está relacionado con la forma en que la generación de conocimiento científico se vincula con la sociedad; para lo cual en el apartado 4.3 se lleva a cabo una descripción de la relación que se ha establecido entre la ciencia y la sociedad y la forma en que ha sido estudiada dicha relación a través de los estudios sociales de la ciencia. Sin embargo, para conocer y comprender la relación que se ha establecido entre la ciencia y la sociedad, es necesario primero concebir a la ciencia como una acción social que se desarrolla a partir de la conducta de los científicos en referencia a la acción de otros, la misma comunidad científica o la sociedad con la que interactúan. La acción social referida, puede a su vez ser estudiada utilizando el enfoque de sistemas para conocer la función que tanto la ciencia académica como el conocimiento socialmente distribuido cumplen en las sociedades actuales.

4.1. La relación entre docencia e investigación

Las universidades enfrentan hoy la necesidad de redefinir su papel en la sociedad, sobre todo en la llamada sociedad del conocimiento, pues como generadoras de conocimiento y formadoras de las personas capaces de hacer uso del mismo, se han convertido en las instituciones axiales de dicha sociedad (Harold Perkin; citado por Wittrock, 1995). Gobiernos, empresas y sociedades no sólo esperan, sino que exigen de las universidades que contribuyan al crecimiento de la competitividad a través de la mejora y diversificación de técnicas; que además favorezcan la integración y la cohesión de las sociedades por la movilización social que propician; así como que el capital humano que forman contribuya a perfeccionar a las instituciones necesarias para la gobernabilidad democrática de acuerdo al Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) (2007).

Docencia, investigación y servicio forman la triada de la misión de cualquier universidad actual y son estas actividades las que la universidad tiene que poner en juego para cumplir con las expectativas de la sociedad. Por ejemplo, muchas universidades han empezado a transformar el servicio en actividades de gestión para la obtención de recursos económicos por medio de proporcionar servicios de investigación y desarrollo (Galaz, *et al.*, 2008). Docencia e investigación han sido consideradas como componentes de un mismo proceso intelectual, el de la generación y difusión de conocimiento, pero para muchos profesores que las conceptúan de forma separada y enfrentada; el llevar a cabo ambas actividades, además de las muchas que forman el concepto de docente integral, se está convirtiendo en una carga (Fortes y Lomnitz, 1991 y Lolas, 1996; citado por Lolas, 2008).

Existen buenos catedráticos que se ven presionados para aparentar ser investigadores y por el contrario, buenos investigadores que tienen que enseñar a estudiantes indiferentes (Lolas, 2008). El conflicto anterior, de acuerdo con Braxton (1996) corresponde a la perspectiva del conflicto, la cuál subraya las necesidades de personalidad que se requieren para que una

misma persona lleve a cabo con éxito las dos actividades. Las otras dos perspectivas, según este mismo autor son la perspectiva complementaria, donde el desarrollo de ambas actividades contribuyen y se refuerzan mutuamente para llevar a cabo la generación, transmisión y aplicación del conocimiento y la perspectiva independiente, es decir, ambas actividades no compiten entre si, pero tampoco se complementan (*Ibíd.*).

Aunado a la problemática anterior, se están produciendo cambios en la ciencia académica, sistema bajo el cuál se produce una gran parte de los conocimientos que forman la base de trabajo de las universidades, pues con ello forman a los profesionistas que la sociedad requiere e integran los servicios especializados para atender las demandas de dicha sociedad (Gibbons, *et al.*, 1997). La masificación de la educación superior ha provocado que existan más personas capacitadas para entender, demandar, transformar y así generar nuevo conocimiento especializado para resolver los problemas que enfrentan en su labor productiva (*Ibíd.*). Esta diversificación de los lugares de generación de conocimiento especializado ha provocado que surja una nueva forma de creación de conocimiento, llamada por Gibbons *et al.* (*Ibíd.*) modo 2 o conocimiento socialmente distribuido. Las diferencias fundamentales entre la ciencia académica y el modo 2 estriban, en que mientras en la primera el conocimiento se genera en contextos cognitivos disciplinares gobernados por los intereses académicos; en el modo 2, los problemas investigados surgen en situaciones de aplicación del conocimiento en la interacción de una gran variedad de actores, más allá de los involucrados en la ciencia académica, quiénes participan en su generación (*ibíd.*). A diferencia de la ciencia académica donde el conocimiento se produce primero para ser diseminado y transferido después, el modo 2 busca la generación, difusión y distribución del conocimiento en el contexto de aplicación durante el mismo proceso de generación de conocimiento (*Ibíd.*).

Si se considera la presión de la sociedad y en específico de los gobiernos para obtener mayores beneficios de la ciencia académica y en particular de las instituciones de generación de conocimiento entre las cuáles se encuentran universidades e institutos de investigación, el modo 2 esta en posibilidad de responder a las demandas de la sociedad de forma más efectiva que el modo

tradicional (*Ibíd.*). Pero entonces ¿Cómo interactúan docencia, investigación y servicio en la ciencia tradicional y en el modo 2?, ¿Cuál perspectiva de la relación entre docencia e investigación esta más asociada al modo tradicional de generar conocimiento y cuál al modo 2?

La perspectiva de complementariedad ha producido un balance positivo en la ciencia académica, desde la academia platónica o el liceo aristotélico, donde los filósofos investigaban conjuntamente con sus discípulos y la interacción entre ambos enriquecía enormemente sus reflexiones; hasta el trabajo de las universidades alemanas de los siglos XIX y XX y en las estadounidenses del siglo XX (Geiger, 1996 y Wittrock, 1996). Sin embargo, en la actualidad este binomio esta siendo cuestionado debido a que la actividad investigadora que se realiza en las universidades, esta empezando a ser considerada como de menor calidad que la que se realiza en los centros de investigación creados ex profesamente para hacer avanzar la producción de conocimiento científico (Wittrock, 1996). ¿Qué tipo de perspectiva en la relación docencia e investigación producirá mejores frutos a las instituciones académicas mexicanas y españolas considerando los cambios esbozados líneas arriba?

El marco histórico conceptual esta integrado por dos componentes, en primer lugar se presenta un recuento del devenir histórico de las universidades en general, de Iberoamérica en concreto y en particular de España y México para entender como y porque las instituciones académicas donde laboran docentes e investigadores han llegado a ser lo que son en la actualidad. En segundo lugar, se realiza un análisis de las formas de relacionar docencia e investigación en las instituciones académicas, caracterizando las perspectivas que se han generado para explicar dicha relación y relacionar estas perspectivas con los cambios en la forma de generar conocimiento científico constituidos por el modo 1 o ciencia académica y el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido.

4.1.1. Las universidades, breve recorrido histórico

La transformación que se dio en el papel de la investigación al interior de las universidades europeas y estadounidenses y su relación con la docencia estuvo más influenciada por el cuestionamiento de líderes, pensadores, docentes e investigadores sobre el objetivo de la educación superior, más que por el proceso de la modernización de los estados nación; sí bien, dicho proceso posibilitó y alentó el establecimiento de la universidad como hoy la conocemos (Wittrock, 1996). Por el contrario, en las universidades iberoamericanas, cada cambio social ha marcado la evolución de la universidad; por ejemplo, el que ciencia y técnica se incorporarán como bienes de consumo en los países iberoamericanos determinó la ausencia de tradición científica en estas sociedades (Fortes y Lomnitz, 1991). El hecho anterior, aún limita el desarrollo de las universidades y de la ciencia pues esta se valora poco en relación a su papel como generadora de conocimiento científico acorde a las necesidades sociales de la región y formadoras de los profesionistas capaces de sacar ventaja de él (*Ibíd.*)

En Alemania, Francia e Inglaterra, la universidad medieval fue transformada en la universidad moderna por medio del cuestionamiento de su papel como educadora en lo utilitario de los funcionarios al servicio del estado, como ocurría en la Universidad de Halle en Alemania (Ringer, 1995). Así, los reformadores alemanes que, inspirados en el idealismo alemán de fines del siglo XVIII crearon la Universidad de Berlín en 1810 (*Ibíd.* y Wittrock, 1996). Los fundadores mencionados pensaban que los profesores deberían compartir con los estudiantes la búsqueda del conocimiento, dejando atrás su papel de transmisores de piezas de conocimiento ya fabricadas y uniéndose a ellos en el servicio de la ciencia; más aún se veía a la universidad como comunidad aglutinadora de todo aquello que ocurriera en el interés de la cultura moral de una nación (Wittrock, 1996).

Los docentes por su parte durante el período mencionado jugaron diversos papeles, en Prusia, por ejemplo, habían adquirido un alto estatus debido al reconocimiento que el Estado Prusiano daba los funcionarios instruidos, lo que

convirtió a la educación en una ventaja competitiva frente a la aristocracia poco educada (*Ibíd.*). Los docentes alemanes adquirieron gran prestigio, dominando la vida académica de sus instituciones; por ejemplo, elegían a sus decanos y rectores; el profesor catedrático era la universidad en cierto sentido y además dirigían sus propios institutos de investigación (Clark, 1996) En el caso de las universidades de otros países, los docentes no llegaron a poseer el estatus adquirido por los docentes alemanes (*Ibíd.*). En Inglaterra por ejemplo, el poder de los catedráticos se vio limitado por los fellows o corporaciones de académicos que constituían los cuerpos de gobierno de los colegios universitarios (*Ibíd.*). En Estados Unidos por su parte, las universidades fueron creadas a partir de la elección de un rector, quién gestiona la organización de la misma, dejando poco poder a los catedráticos (*Ibíd.*).

El modelo de universidad anteriormente mencionado coincidió con un nuevo tipo de régimen epistémico, el de la ciencia académica, que sustituía a la erudición como forma de creación de conocimiento científico por un proceso social llamado investigación (Heiddeger, 1958; citado por Lolas, 2008). Así, quedaban atrás los científicos aficionados que desde sus propios e improvisados laboratorios creaban ciencia y nacían los científicos académicos vinculados a instituciones académicas (Wittrock, 1996).

A excepción de los profesores de las universidades alemanas que eran alentados por los administradores del sistema para que las actividades de docencia e investigación formaran una unidad; en el resto de las universidades la incorporación de la actividad investigadora se dio de una forma más paulatina (Geiger, 1996). Las universidades estadounidenses, por ejemplo, en 1920 tenían problemas para que sus profesores contarán con dinero, tiempo de facultad y estudiantes avanzados para llevar a cabo programas de investigación (*Ibíd.*).

La industrialización y urbanización del mundo que ocurrió en diferentes períodos según el país, requirió que las universidades atendieran a un mayor número de estudiantes, fenómeno conocido como expansión de la matrícula, para lo cual se necesitó disponer a su vez de una gran cantidad de profesores (Ringer, 1995). Por ejemplo, la matriculación estudiantil alemana se triplicó

entre 1880 y 1918 pasando de 21,000 estudiantes a 72,000, transformando así el ideal alemán de universidad para la formación de científicos en máquinas de enseñanza e investigación que generaban mano de obra mejor cualificada a gran escala y conocimiento científico útil para el crecimiento económico de la sociedad (Wittrock, 1996 y Ringer, 1995). Geiger (1996) definió a este nuevo modelo como empresas de investigación, pues las universidades empezaron a llevar a cabo investigaciones que respondían a las demandas específicas tanto del estado, como de fundaciones privadas, industrias y empresas quienes pagaban por dicho trabajo.

El papel de los docentes e investigadores dentro de una universidad manejada como una empresa de investigación ha sido el de productor tanto de conocimiento como de profesionales (Wittrock, 1996). En un sistema gobernado por procesos de producción racionales en los que la eficacia otorga recompensas (Weber; citado por Wittrock, 1996). Así las cosas, los docentes y los investigadores se han visto atrapados en una deformación tecnocrática de la ciencia (Horkheimer, 2002) donde hace falta la inspiración filosófica de la búsqueda de la verdad, inspiración que es difícil encontrar en un universo cognitivo en continua expansión (Wittrock, 1996).

En el caso Iberoamericano, durante la época de la ilustración, las universidades españolas apoyaron la contrarreforma y como consecuencia de ello, la escolástica dominó en las universidades de las colonias españolas en América, que habían sido fundadas a partir de 1538 bajo el modelo salmantino, hasta principios del siglo XIX (Fortes y Lomnitz, 1991 y CINDA, 2007). Durante esa época, el desarrollo de la ciencia en Iberoamérica se dio de una manera esporádica y aislada hasta que en 1809 las reformas borbónicas permitieron que la corona española aceptara la ciencia y permitiera el arribo de científicos españoles a las colonias americanas. En México por ejemplo, el gobierno español permitió la llegada de científicos españoles a partir de 1789, lo cual coincidió con la estancia de Alexandre von Humboldt en México (Fortes y Lomnitz, 1991). Ambas circunstancias dieron pie a la formación de una masa crítica de investigadores que se dedicaron a la investigación, enseñanza y traducción de textos, así como a la organización de seminarios donde fueron

discutidos libremente los planteamientos de los principales filósofos de la ilustración (Moravezsik, 1980; citado por Fortes y Lomnitz, 1991).

Debido a las guerras de independencia en las colonias de España en América, la ciencia volvió a tener escaso desarrollo y fue hasta fines del siglo XIX que en los nuevos estados nación americanos surgió un nuevo interés por el desarrollo científico-técnico (Fortes y Lomnitz, 1991). En México, por ejemplo, a fines del siglo XIX, varios seguidores de Augusto Comte dieron impulso a la fundación de institutos y sociedades científicas, a la construcción del Observatorio Astronómico de Chapultepec y finalmente a la fundación de la Universidad Nacional en 1910 (*Ibíd.*). Los “científicos” como fueron conocidos los alumnos de Comte que estuvieron al frente de la Dirección Económica del porfiriato buscaban que la ciencia y la técnica contribuyeran al desarrollo del reciente proceso de industrialización de México (*Ibíd.*). La ciencia y la técnica fueron poco valoradas durante la Revolución mexicana y el primer período de reconstrucción, pues se asociaba fuertemente con el ideal porfirista (*Ibíd.*). Fue hasta fines de los años veinte y principios de los 30 que los nuevos gobiernos vieron en la creación de instituciones de enseñanza superior y de investigación la posibilidad de incorporar los avances científicos al desarrollo nacional (*Ibíd.*).

Así, la etapa de la modernización de las universidades Iberoamericanas ocurrió a principios del siglo XX (es decir, 100 años después que las universidades alemanas, inglesas y estadounidenses). El modelo seguido fue el napoleónico, pues los gobiernos de la época buscaban la formación de profesionales (Ribero, 1971; citado por Fortes y Lomnitz, 1991). Por lo anterior, los catedráticos iberoamericanos no desarrollaban investigación, pues a diferencia de los catedráticos alemanes y estadounidenses de la época, los que aportaban a la cátedra era su experiencia en sus exitosas carreras para la formación de nuevos profesionales (Gil Antón, 2002 y Galaz, *et al.*, 2008).

La época de la masificación o expansión de la matrícula se dio en Latinoamérica en la década de los sesenta y requirió de la contratación de una gran cantidad de profesionales recién egresados de las universidades a quienes en el mejor de los casos se les dio una formación pedagógica y se les apoyo en el perfeccionamiento de su conocimiento disciplinar (Galaz, *et al.*,

2008). El catedrático se transformó en un profesor que sólo se dedicaba a impartir docencia ante la alta demanda de su trabajo (*Ibíd.*). Así, surgió la figura del docente sobrecargado con demasiadas horas ante grupo, con escasa consolidación en el campo de referencia y poca formación y escaso tiempo para la investigación (Galaz, *et al.*, 2008 y Gil Antón, 2002).

A fines del siglo XX en Latinoamérica, con las crisis económicas se dejó atrás el modelo expansivo no regulado y se empezó a promover otra forma de conducir la educación superior, privilegiándose a la investigación por sobre la docencia, en aras de crear universidades de investigación al estilo de las universidades de más prestigio (Gil Antón, 2002). El docente se transformó en docente investigador, quién debía realizar un papel digno en la producción de conocimiento, además de trabajar adecuadamente en la actividad docente (Galaz, *et al.*, 2008).

En México por ejemplo, en 1984 fue creado el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), un instrumento de política nacional para retener al sector más consolidado de la academia mexicana, brindándoles estímulos que les permitieran tener ingresos muy superiores al resto de los académicos. El SNI privilegia las actividades de investigación por sobre las de docencia, por lo que los investigadores reconocidos por dicho sistema forman parte del sector más parecido a las universidades de investigación (Gil Antón, 2002). Así, los docentes universitarios se vieron en la necesidad de reconvertir sus carreras en aras de acceder a los recursos extraordinarios que les brindaba el sistema; muchos de ellos buscaron habilitarse profesionalmente en investigación mejorando sus grados académicos por medio de programas gubernamentales como el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) (Galaz, *et al.*, 2008) y trataron de alejarse del patrón de docente interesado solo en la docencia de pregrado, sin doctorado y sin publicaciones internacionales (Gil Antón, 2002). De esta forma docencia e investigación no estuvieron vinculadas como parte de la política institucional, por lo menos en las universidades mexicanas, sino hasta el último cuarto del siglo XX.

A la par de lo expresado en el párrafo anterior, ya hacia finales del siglo XX, las universidades de todo el mundo empezaron a vivir una etapa de

mercantidización (Brunner y Uribe, 2002), donde la injerencia del mercado ha estado afectando tanto a los procesos internos como externos de las universidades. En lo externo, las relaciones con los gobiernos, en el caso de las universidades públicas han estado mediadas por incentivos y evaluaciones relacionadas con la eficiencia y la eficacia del trabajo universitario (*Ibíd.*). Por otro lado, los académicos han tenido que transformar nuevamente su papel en busca de adaptarse a las demandas de la sociedad; son ahora académicos integrales, es decir, que generan conocimiento de frontera, realizan docencia de calidad, se vinculan con el sector productivo y desarrollan consultorías o investigaciones aplicadas y llevan a cabo tutorías para mejorar el desempeño de los estudiantes (Gil Antón, 2002). Uno de los problemas importantes en la relación docencia e investigación es que los programas de evaluación y estímulos que miden y premian el desempeño de los profesores están orientados hacia el modelo de universidad de investigación que es el que actualmente se considera válido, por lo que las múltiples actividades que se pide realicen los profesores de las universidades no son consideradas en dichas evaluaciones (*Ibíd.*)

La producción masiva de profesionales universitarios con grado o posgrado y de conocimiento a través de la investigación que se realiza en la universidad ha traído como consecuencia un número creciente de personas familiarizadas con los métodos de generación, transformación y uso de conocimiento científico, aumentando y diversificando por lo tanto los lugares donde el conocimiento se genera y se utiliza (Gibbons, *et al.*, 1997). La masificación de la educación superior ha creado un mercado tanto de conocimiento científico especializado como de servicios de educación continua para que los profesionales formados en las universidades se mantengan actualizados constantemente para ser capaces de seguir utilizando el nuevo conocimiento generado (*Ibíd.*).

4.1.2. Las formas de relacionar docencia e investigación

Docencia e investigación han estado unidas, relacionadas parcialmente y confrontadas, dependiendo de cómo haya sido incorporada la función investigadora a las tareas de los académicos universitarios. Por ejemplo, formaron y forman una unidad en las universidades alemanas de los siglos XIX, XX y XXI, porque sus fundadores reconocieron el papel complementario de ambas actividades y determinaron su unidad en el trabajo académico de la universidad desde su fundación misma. Sin embargo, en el resto de universidades, la función investigadora ha sido incorporada posteriormente a la función docente, generando diversas relaciones entre docencia e investigación. En algunos casos, docencia e investigación han tenido una relación significativamente positiva, cuando ambas contribuyen a la generación, transmisión y uso del conocimiento y se refuerzan mutuamente, a esta relación positiva Braxton (1996) la llamo perspectiva de complementariedad. Aunque las evidencias analizadas por varios autores según una revisión hecha por Zaman (2004) para el Department for Education and Skills sugieren que docencia e investigación no son roles contradictorios, no se puede concluir que el vínculo sea fuertemente positivo. Este mismo autor señala que puede ser que la relación se desarrolle positivamente hasta cierto umbral en el que el tiempo dedicado a una perjudica el desarrollo de la otra.

Docencia e investigación se refuerzan mutuamente porque cuando los docentes realizan investigación, pueden enseñar conocimientos más actualizados que los que suelen contener los libros de texto; así como utilizar los métodos usados y los resultados de sus investigaciones para clarificar y ejemplificar la enseñanza. En consecuencia, la exposición de los estudiantes a los métodos y actitudes asociadas a la actividad académica permite generar en ellos la inquietud necesaria para acercarlos a la investigación, al uso de datos para probar ideas, el análisis crítico de las mismas y la presentación de resultados. Además, la investigación mejora la credibilidad de los docentes ante los ojos de los estudiantes, pues estos se ven más motivados para aprender de personas respetadas en sus campos (Zaman, 2004). En cambio la

docencia ayuda a los investigadores a aclarar su pensamiento y reforzar su habilidad para exponer ideas y a ampliar la perspectiva de su marco teórico en relación al campo de conocimiento donde se desenvuelve; así como también, la discusión con los estudiantes en el aula brinda la oportunidad de producir nuevas ideas para futuras investigaciones; además la incorporación de estudiantes a las investigaciones de los docentes permiten ampliar el alcance del trabajo de éstos (*Ibíd.*).

Otras veces docencia e investigación han tenido una relación significativamente negativa, denominada por Braxton (1996) perspectiva de conflicto, pues para varios autores entre ellos Braxton (1996) y Weber (2007) se requiere contar con habilidades y rasgos de personalidad distintos para desempeñarse como docente y como investigador por lo que intentar llevar a cabo ambas actividades supone un conflicto para quienes no cuentan con ellas. Por ejemplo, los profesores requieren ser gregarios, mientras que se tiene la idea de que los investigadores necesitan aislarse para concentrarse en su labor creativa (Zaman, 2004). Entre otras causas, el tiempo, la energía y el compromiso es limitado, por lo cual los académicos que conceptualizan estas actividades por separado tienen que decidir a cuál actividad le dedican menos tiempo, en función de su interés personal, los programas de recompensas y las presiones de sus directivos. Por ejemplo, los modelos de recompensas para ambas actividades son divergentes, pues mientras se asignan importantes compensaciones con respecto al salario base de los académicos que desarrollan investigación, el desempeño en la labor docente no es reconocido como compensación en el salario que reciben los académicos que se dedican con mayor empeño a esta labor (*Ibíd.*), deteriorándose por lo tanto, la calidad y el tiempo que los académicos dedican a la docencia (Braxton, 1996).

Oro de los elementos que causan conflicto en la relación docencia e investigación es la influencia negativa que tendría en los docentes el hacer investigación, pues esta los especializa en un campo de conocimiento muy específico (Zaman, 2004). Lo mencionado anteriormente, puede hacer que los académicos disminuyan la amplitud intelectual del currículo en beneficio de abordar el tema de su propia investigación, o que la enseñanza que impartan no sea acorde con la madurez intelectual de los estudiantes (*Ibíd.*)

Sin embargo, conforme ha transcurrido el tiempo, los académicos han logrado incorporar la función investigadora sin que esta afecte sus labores docentes, dando como resultado que docencia e investigación no compitan entre si pero tampoco se complementen. Por ejemplo, el 60% de los estudios analizados por Braxton (1996) no correspondían ni a la perspectiva de complementariedad (37%), mucho menos a la de conflicto (3%), por lo que la relación podía calificarse de nula o independiente.

La perspectiva de complementariedad fue aplicada en las universidades alemanas a partir de la fundación de la Universidad de Berlín; los profesores debían enseñar conocimientos sobre la técnica para dominar la vida, pero sobre todo debían enseñar métodos para pensar, que permitiera a los estudiantes analizar la problemática estudiada para seleccionar posibles cursos de acción a seguir con la plena conciencia del resultado y de las consecuencias de dichas elecciones (Ringer, 1995). Los profesores debían servir a un poder moral por lo que era su deber crear en los estudiantes claridad y sentido de responsabilidad sobre el aprendizaje logrado (Weber, 2007). Para trabajar como profesores los académicos debían demostrar que no sólo tenían la capacidad para investigar, que se conseguía a través de la obtención del título de doctor; sino que además debían ser capaces de representar una materia científica tanto en investigación como en enseñanza (Ringer, 1995). La demostración de lo anterior sólo podía hacerse a través de la habilitación, que consistía en la presentación de una monografía científica, un discurso público sobre la materia de la habilitación con debate científico y un dictamen de la comunidad universitaria respectiva sobre los rendimientos didácticos (*Ibíd.* y González, 2010). Así, la unidad entre docencia e investigación en el trabajo académico aseguraba que los profesores enseñaran a pensar a través de la realización de investigaciones (González, 2010). La función investigadora complementaba a la función docente por lo cuál no se planteaba conflicto entre el deber ser y lo que eran los profesores en dicha época (Ringer, 1995).

En las universidades estadounidenses se planteo cierto conflicto entre docencia e investigación cuando la actividad investigadora fue incorporada a las responsabilidades de los catedráticos que laboraban en algunas de ellas; sobre todo cuando la masificación del sistema de educación superior demandó

mayor tiempo de dedicación a la docencia por parte de los profesores. En efecto, para 1920 según Geiger (1996) se planteaban dificultades para que los profesores contarán con dinero, tiempo de facultad y estudiantes avanzados para llevar a cabo las actividades de investigación a la par de las de docencia.

Una de las formas de resolver el conflicto planteado en el párrafo anterior fue creando las becas de graduado docente, para estudiantes graduados que dedicarán el 50% de su tiempo a la docencia, sobre todo en los primeros cursos de los estudiantes de pregrado y el otro 50% al estudio de un programa de doctorado (*Ibíd.*). La medida que se desviaba totalmente del modelo alemán de universidad, donde los estudiantes de posgrado se dedicaban únicamente al estudio, permitió vincular docencia e investigación durante la formación de nuevos investigadores y descargar de tareas docentes de cursos introductorios a los profesores que dispusieron de mayor tiempo para llevar a cabo proyectos de investigación (*Ibíd.*).

En Francia en 1989 fue instaurado un programa similar Le monitarat d'Initiation á l'Enseignement supérieur que otorgaba y otorga becas a los estudiantes de doctorado para que pudieran continuar sus estudios de posgrado al mismo tiempo que se iniciaban en la enseñanza e investigación durante tres años. Los estudiantes becados por el programa mencionado, al mismo tiempo que realizaban sus trabajos de investigación, complementaban su formación doctoral con la asistencia a cursos de formación y con la práctica pedagógica (González, 2010). Al igual que en caso de Estados Unidos, la enseñanza que impartían los monitores del programa francés se dirigía al primer ciclo de la educación superior, para lo cuál contaban con la asesoría de un Director, que al igual que en el caso del Director de investigación les aconsejaba y les ayudaba a preparar y a evaluar a sus alumnos (González, 2010). En ambas iniciativas no se menciona nada sobre cómo se relacionaban en la práctica docente de los becarios la docencia y la investigación, por ejemplo, ¿El becario empleaba en sus clases material surgido de sus investigaciones? O bien ¿La enseñanza le demandaba acercarse a un marco conceptual y contextual más amplio que el que su investigación le demandaba?

A medida que la investigación fue ganando terreno en las universidades por el prestigio que les aportaba y se fue creando el concepto de universidad de investigación como el patrón a seguir en la ciencia académica, el conflicto entre docencia e investigación fue creciendo (Gil Antón, 2002). Por ejemplo, los profesores estadounidenses siguiendo a los profesores alemanes empezaron a asignar la docencia en cursos de pregrado a sus subordinados; también se empezaron a crear escuelas separadas para graduados (Geiger, 1996).

En el caso de Latinoamérica, el conflicto entre docencia e investigación se presentó más fuertemente debido a que la masificación de la educación superior obligó a los docentes a especializarse por mucho tiempo en la impartición de docencia y muy recientemente están siendo obligados a reciclar sus carreras orientándolas hacia la investigación (Gil Antón, 2002). Debido a que la transformación está ocurriendo por las exigencias de los gobiernos de convertir a las universidades latinoamericanas en universidades de investigación, los académicos no han tenido el tiempo suficiente para poder generar una tradición docente que involucre la actividad investigadora con suficiente éxito (Gil Antón, 2002).

Una de las consecuencias de la falta de integración entre docencia e investigación en las universidades latinoamericanas o conflicto entre la universidad profesional y la universidad científica es que la formación universitaria no fomenta la capacidad de análisis, la cultura científica básica y la creatividad de los profesionistas, razón por la cuál, los graduados que desean abrazar la carrera científica tienen que pasar por un largo período de entrenamiento (Fortes y Lomnitz, 1991). Desde el punto de vista de los investigadores, los profesores que no son científicos no pueden enseñar a los estudiantes a pensar como científicos, razón por la cuál, plantean los investigadores, que es necesario crear licenciaturas para la formación de investigadores que sean capaces de entrenar a los estudiantes en la generación de conocimiento científico a temprana edad (Fortes y Lomnitz, 1991). Docencia e investigación se encuentran aquí claramente en la perspectiva del conflicto pues se cree que se debe decidir entre la formación profesional o la formación científica.

A nivel estratégico, las instituciones que promueven el desarrollo económico como la OCDE (2002), diferencian entre investigación y docencia, pues ambas forman parte de las actividades científicas y técnicas que alimentan el proceso de innovación científica y técnica. Es difícil distinguir donde empiezan los procesos de investigación y desarrollo y donde terminan los procesos de educación científica, técnica y de entrenamiento, ya que se alimentan mutuamente (perspectiva de complementariedad). El Manual de Frascati de la OCDE (2002) propone que el criterio para delimitar las actividades de investigación y desarrollo sea la presencia de la novedad y de la resolución de la incertidumbre científica y tecnológica; en éste sentido las actividades de formación de científicos y tecnólogos estaría clasificado como fuera de investigación y desarrollo, pero la investigación que realizan dichas personas durante su formación estaría reconocida como parte de las actividades de investigación y desarrollo (*Ibíd.*).

El análisis que hacen Gibbons, *et al.* (1997) en cuanto a la nueva forma de producir conocimiento muestra que la tendencia es que ambas actividades se separen y se creen instituciones especializadas en docencia e instituciones especializadas en investigación; porque se han desarrollado mercados diferenciados importantes para ambas actividades. Otra de las razones para pensar que estas actividades se desarrollarán separadamente esbozada por Gibbons, *et al.* (*Ibíd.*) son las tendencias intelectualmente contrarias de cada una, pues la investigación se ocupa cada vez más de generar conocimiento indeterminado en contextos diversos y cambiantes, mientras que la docencia necesita estar altamente estructurada, hecho que se agudizará con la introducción de las tecnologías de información y comunicación en las actividades docentes (*Ibíd.*).

Contradictoriamente, en los nuevos escenarios de la sociedad del conocimiento, aumentará la demanda de personas con las habilidades necesarias tanto para utilizar el conocimiento disponible como para generar y transformar dicho conocimiento por lo que los nuevos estudiantes requerirán que su formación tenga una fuerte base científica, para la cuál, la perspectiva de la complementariedad entre docencia e investigación tiene mucho que aportar. Por ejemplo, Gibbons *et al.* (*Ibíd.*) plantean que se hará necesaria la

cientifización de asignaturas para que estas proporcionen bases de investigación respetables que brinden a los estudiantes ventajas comparativas en los mercados laborales.

La investigación en la acción vinculada con la enseñanza y con la práctica profesional surgida en el modo 2 de generación de conocimiento, puede ser una de las formas para que tanto docentes como investigadores y estudiantes interactúen en la generación de conocimiento científico en contextos de aplicación, de tal forma que los académicos cumplan con su función investigadora y docente y los profesionistas se formen en los métodos, técnicas y valores de la investigación científica (*Ibíd.*).

Docencia e investigación se enfrentan así a cambios en la forma en que se relacionan, ya que por un lado se requiere que sean complementarias dado que ambas son necesarias para la formación de profesionistas más relacionados con el ámbito científico y por otro, la tendencia de especialización que sigue la ciencia actual hace se desarrollen como procesos separados (*Ibíd.*). Por ejemplo, la demanda de actualización de los profesionales ya formados, así como la de culturización de la sociedad en general utilizando medios a distancia lo cuál debilitará aún más los nexos entre enseñanza e investigación si la demanda de contenidos científicos es limitada en éste tipo de programas (*Ibíd.*). Una comparación entre el patrón de relaciones entre docencia e investigación desde la perspectiva de la ciencia académica y de la distribución social del conocimiento se muestra en la ilustración 1, en ella es posible observar que la dirección de las interacciones de las instituciones académicas con otras instancias de la sociedad como las empresas y las agencias públicas ya no es unidireccional como ocurría en la ciencia académica (*Ibíd.*). Lo antes mencionado, genera cambios en el deber ser de docentes e investigadores, demandando de ellos más habilidades de relación social de las que tradicionalmente solían poner en juego para generar conocimiento en la ciencia académica.

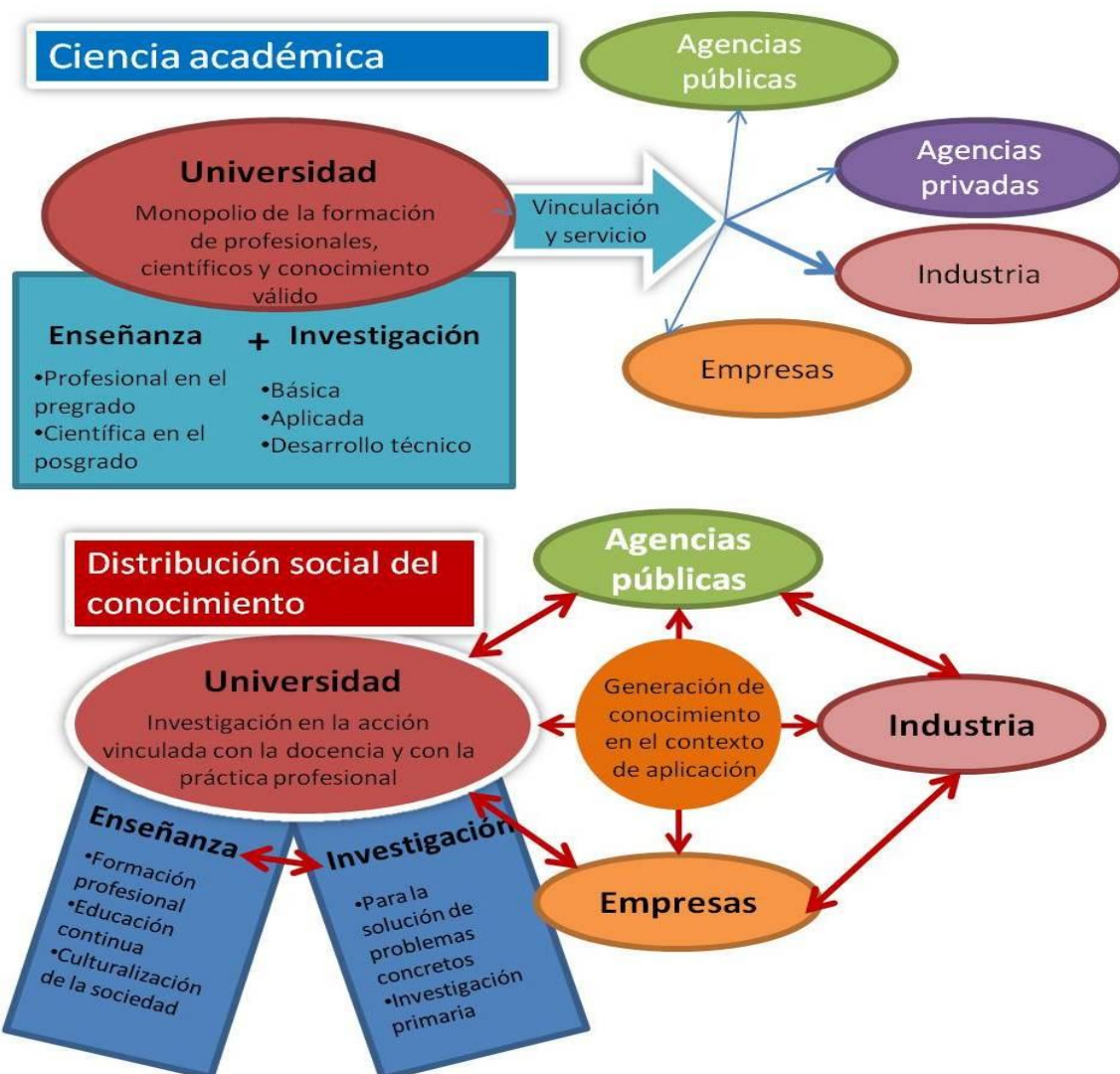


ILUSTRACIÓN 3. DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN LA CIENCIA ACADÉMICA Y EN LA DISTRIBUCIÓN SOCIAL DE CONOCIMIENTO, EN BASE A GIBBONS, ET AL. (1997). ELABORACIÓN PROPIA.

La situación se complejiza para los docentes pues las instituciones universitarias actuales están adaptándose continuamente a los cambios sociales, políticos, económicos y cognoscitivos que ocurren en la sociedad que les da sustento. Lo previamente mencionado, hace que los docentes desarrollen una gran cantidad de funciones, las cuáles tampoco están adecuadamente diferenciadas y por lo tanto producen resultados muy heterogéneos que no son satisfactorios ni para los docentes, estudiantes, autoridades universitarias, ni responsables de gobiernos (Lolas, 2008). Aún así, es posible identificar que en las universidades de principios del siglo XXI, que

empiezan a convertirse en corporaciones burocráticas en pos de la eficiencia en la venta del saber, se reconocen como valiosas dos tipos de trayectoria, la de los buenos o excelentes investigadores y la de los buenos o excelentes gestores, que incluye las actividades de transferencia e intercambio de conocimiento científico y tecnología que reditúa en beneficios económicos y de imagen pública de las instituciones de educación superior (Ibarra, 2001). En contraste con lo anterior, son denostados los catedráticos que solo realizan actividades de docencia en pregrado, no cuentan con el título de doctor, ni publican en revistas especializadas (Ibarra, 2001).

4.1.3. Cómo ha sido estudiada la relación entre docencia e investigación

Por lo que respecta a la relación entre docencia e investigación, esta ha sido estudiada a partir de la relación lineal que se establece entre ellas; por ejemplo el estudio realizado por Feldman (1987; citado por Braxton, 1996) en donde calculó un porcentaje de correlación en un estudio de meta-análisis entre la productividad de la investigación y la evaluación de los estudiantes de la efectividad de la enseñanza. Una variación del estudio de correlaciones entre docencia e investigación fue la implementada por Braxton (1996) llamada cuadro de puntuación (box score) o escrutinio de votos (vote counting) que consistió en contar la proporción de estudios de correlación que estadísticamente apoyaban a cada una de las tres perspectivas que tradicionalmente son aceptadas para analizar la relación docencia e investigación: complementariedad, independencia o conflicto.

Otra variante de los estudios de correlación la constituyen los que miden la correlación entre puntuaciones para evaluar una actividad independientemente de la otra, como por ejemplo, la investigación donde fueron analizadas las puntuaciones obtenidas por las instituciones en el Research Assessment Exercise (RAE) en relación al puntaje logrado en el Teaching Quality Assessment (TQA) del Reino Unido llevada a cabo por Ellis (2001; citada por Zaman, 2004).

La relación entre docencia e investigación puede no ser lineal debido a que la influencia de otras variables podría estar afectando el desempeño de dicha relación, por ejemplo el tamaño de clase, el tipo de institución, el campo de conocimiento en el que se desempeña el científico, el estado de la carrera académica del científico en cuestión; así como también la forma cómo éste desarrolla la investigación científica (Zaman, 2004). A continuación, se realiza un análisis de cómo los científicos han llevado a cabo la generación de conocimiento científico y de cómo ha sido estudiado dicho proceso.

4.2. La generación de conocimiento científico

Cuando se le pregunta a un científico cómo se genera validez en el conocimiento producido por él, su respuesta inmediata es, “pues por las publicaciones”, esa sola frase representa básicamente, la imagen que los científicos tienen del sistema de ciencia y técnica. Las publicaciones son, en efecto, la representación más visible del sistema, pues en ellas se plasman la serie de relaciones que dan vida a dicho sistema, qué como una serie de convenciones la dan sólo relativamente.

En la percepción de los legos y los no tan legos en la materia, los científicos se dedican única y exclusivamente a llevar a cabo investigaciones para publicarlas, sin pensar jamás en la utilidad que el conocimiento generado puede aportar. Fernández (2010) afirma que lo único que tiene valor en ciencia es lo que se hace público (entiéndase por hacer público, lo que se publica en revistas científicas), lo demás es como si no existiera. Así, para muchos científicos, las publicaciones han pasado de ser el medio para convertirse en el fin (Fortes y Lomnitz, 1991; Galaz, *et al.*, 2008; Gil Antón, 2002 y Lolas, 2008).

Los administradores del sistema valoran la productividad de los científicos y por lo tanto la asignación de salarios y recompensas de acuerdo con el número y calidad de las publicaciones científicas hechas al año, es decir, sólo consideran

los resultados del proceso (*Ibíd.*). Así los científicos no pueden ver culminado su trabajo hasta que este no se encuentra plasmado en una comunicación difundida en las revistas de mayor impacto y por supuesto con la mayor rapidez posible, ya que las evaluaciones de las instituciones suelen ser anuales, mientras que las de los investigadores trianuales (*Ibíd.*). Pero el proceso para generar conocimiento científico, ya se sabe, no corresponde a los plazos mencionados anteriormente (Gil Antón, 2002).

El mismo principio de funcionamiento del sistema ha hecho que los investigadores pierdan poder de decisión con respecto a lo que investigan y sobre todo, el sentido de lo que hacen, al estar inmersos en el proceso han perdido de vista también las relaciones que ocurren dentro del sistema, incluyendo las conexiones con la sociedad de la que forman parte y en muchas ocasiones, una parte muy importante (*Ibíd.*).

La situación descrita anteriormente es todavía más importante si se considera que los países como México y España están invirtiendo en investigación y desarrollo para que los científicos generen conocimiento útil al desarrollo de sus naciones de acuerdo a lo promovido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2009). Por ejemplo, la preocupación de la OCDE, la Unión Europea y especialmente España tienen interés en qué México promueva políticas nacionales que apoyen el desarrollo de sistemas de innovación regional, por lo cuál es importante desarrollar estudios que aporten nuevas perspectivas de cómo el uso del conocimiento científico puede facilitar la transición hacia una economía del conocimiento (OCDE, 2009).

El análisis de cómo ha cambiado la acción social que ha dado lugar a la formación del sistema de ciencia y técnica actual y que por lo tanto ha determinado los rasgos que lo caracterizan, posibilita su entendimiento y por lo tanto la identificación de posibilidades de cambio con miras a que la desvinculación que parece haber entre el sistema y la sociedad que le da sustento se vea reducida.

En el presente apartado se pretende realizar un análisis de la conformación racional de la experiencia de conocimiento en la ciencia académica y en el

modo 2 de tal forma que la descripción de dicha experiencia permita conocer el contexto en el cuál los investigadores que generan conocimiento científico se desenvuelven, tanto en México como en España para identificar como dicho sistema determina su actuación y de esta forma poder identificar elementos que permitan una mejor adecuación del trabajo realizado por los científicos a las necesidades de los respectivos países. Pero la conformación racional de los modos referidos, no surgieron de la nada; así que para entender su situación actual es necesario llevar a cabo un análisis de la historia de la ciencia para encontrar las causas de la conformación actual. Sin embargo, un recorrido histórico exhaustivo no ayudaría al objetivo de la presente investigación, por lo que han sido seleccionadas sólo algunas épocas significativas en dicha historia.

Pero no basta con hacer un recuento y análisis histórico, para entender la situación actual del sistema de ciencia y técnica, también es necesario revisar cómo ha sido estudiada la generación de conocimiento científico, para identificar elementos que sirvan para definir el enfoque metodológico de la presente investigación. En la presente sección, se incluyen también, la revisión de la forma en que la generación de conocimiento científico ha sido estudiada por algunos eruditos, como filósofos, sociólogos e historiadores que ayuden al propósito señalado previamente.

4.2.1. La generación de conocimiento científico, un breve recorrido histórico

Los científicos llevan a cabo su labor investigadora, observan, descubren, establecen relaciones, explican porque ocurre lo que ocurre y en algunos casos o en la mayoría, de acuerdo con las concepciones más clásicas de la ciencia, predicen lo que pasará y en ello y como tal tienen una fe casi absoluta. Pero una vez llegados a este punto, los resultados obtenidos por el investigador, no son considerados como conocimiento científico hasta que este se somete al escrutinio público (Fernández, 2010). Así, la tarea de generación de conocimiento científico deja de ser individual y pasa a ser colectiva, ya que la

validez del mismo se basa en los principios de cosensibilidad (que cualquier persona puede llegar al mismo resultado siguiendo el mismo procedimiento) y consensualidad (que los resultados encontrados son discutidos y aprobados por los pares, que representan a la colectividad científica) para lo cuál se requiere de la participación de otros investigadores (Varelo, 2002 y Ziman, 1978).

El investigador integra una comunicación en donde relata muy sintética y objetivamente el conocimiento generado, luego envía su comunicación a una revista especializada acorde con el tópico investigado (Fernández, 2010). El editor o equipo de editores de la revista en cuestión valora si la contribución puede ser sometida al juicio de pares, es decir, otros investigadores expertos en el tema, que evalúan la contribución y deciden si el conocimiento reportado en la misma es relevante para ser publicado por la revista (*Ibíd.*). El concepto de relevancia se basa para cada revista en criterios que le permiten a la misma contar con publicaciones adecuadas a su línea de trabajo; dichos criterios le sirven al evaluador para realizar la valoración de las diferentes contribuciones que le son enviadas para su revisión (*Ibíd.*). Entre los más citados por los investigadores se encuentran: originalidad del conocimiento, rigurosidad científica en el manejo de la información, validez y pertinencia de los métodos utilizados para generar el conocimiento, coherencia en el tratamiento de la información y por supuesto también un estilo adecuado para presentar la información al público especializado.

En la crónica anterior es posible descubrir a varios actores visibles y otros más invisibles que participan en la generación de conocimiento científico; por un lado se encuentra el primer científico que escribió la comunicación; otros científicos que revisan dicha comunicación, los editores de las revistas, el resto de la comunidad científica que utiliza el conocimiento generado para enriquecer o apoyar sus propias investigaciones o bien para refutar lo publicado a través de sus contribuciones (Bunge, 1997 y Ziman, 1980).

El sistema descrito en los párrafos anteriores esta integrado por las estructuras que intervienen de una u otra forma en el proceso, por ejemplo, las revistas, que son corporaciones especializadas cuya función es la de distribuir el

conocimiento generado entre los especialistas (Ziman, 1980). Las revistas se encuentran organizadas por especialidades y por niveles de impacto, es decir, en tanto son citadas las contribuciones que esas revistas difunden. En opinión de los investigadores, si el conocimiento científico tiene una alta originalidad y la comunicación es lo bastante “buena” (existen una gran variedad de atributos que definen éste concepto), entonces deben enviar a esas revistas de mayor impacto. Por el contrario, si la contribución aborda conocimiento que comprueba resultados localmente o bien los resultados no son tan originales, entonces se envía a revistas cuyos criterios son menos rigurosos.

Otros actores los constituyen las instituciones en las que laboran los científicos, mayormente universidades y centros de investigación públicos y privados, agencias financiadoras públicas y privadas y gobiernos locales, regionales y nacionales, que financian las investigaciones y que de una forma u otra ponen las reglas del juego (Ziman, 1980). Los gobiernos, sobre todo en los últimos años han cambiado de estrategia de financiamiento de la investigación científica para tener mayor incidencia sobre lo que se investiga (Gibbons, *et al.*, 1997). Así se han integrado fondos de investigación por los cuáles los científicos tienen que competir para obtener financiamiento para su trabajo (*Ibíd.*). De esta forma los gobiernos se aseguran por un lado que los investigadores trabajen sobre temas de interés para la sociedad, para los políticos que emiten las convocatorias o para los administradores del sistema de ciencia y técnica en cada país (*Ibíd.*).

A excepción de la intervención anterior, desde la percepción popular de la ciencia, se considera que en la ciencia académica no se toma en cuenta la participación de la sociedad; lo único que parece importar es la integración de comunicaciones científicas para ser publicadas en las revistas científicas. Para algunos actores de la sociedad, el sistema de ciencia y técnica actual tiene como finalidad producir conocimiento fiable, utilizando como medios la investigación científica disciplinar y con ello los conocimientos y los métodos aceptados como válidos en cada disciplina para plasmar el conocimiento generado en artículos científicos cuya calidad es valorada mediante la revisión por pares, es decir, por colegas que laboran en el mismo campo de conocimiento y a quiénes se les reconoce la capacidad para juzgar el trabajo

presentado, ¿Cómo se ha llegado a conformar dicha percepción?, ¿Qué tan cercana esta a la realidad del funcionamiento del sistema de ciencia y técnica actual?

La forma de conocer científicamente a decir de Tucídides (2008) con “método” surgió durante la época clásica Griega, pero su desarrollo fue interrumpido por cerca de 1700 años, hasta que en 1214 Roger Bacon empezó a propugnar por la separación entre fe y ciencia y casi trescientos años más tarde Francis Bacon (1561-1623) y Galileo Galilei (1564-1642) establecieron las bases del moderno método científico (Heimendahl, 1969).

En el método científico, el investigador debe **conformar racionalmente la experiencia de observación** para transformarla en evidencia que le sirva para explicar la realidad; actúa racionalmente quién orienta su acción por el fin que quiere lograr, definiendo también los medios que debe utilizar, así como las consecuencias que todo ello provocará (Weber, 1944). Así, los científicos orientan su actuar por la búsqueda de conocimiento fiable sobre la realidad, dicha fiabilidad se logra observando e interpretando la realidad a través de las ideas y conceptos contenidos en el cuerpo de conocimientos que previamente ha sido aceptado como válido por la comunidad científica (Bachelard, 1974), pero ¿Cuales son las consecuencias que todo ello tiene sobre los científicos, sobre el cuerpo de conocimientos y sobre la sociedad?

Al parecer, para los científicos actuales, las consecuencias que son importantes sólo son las relacionadas con la cuestión de la validez del conocimiento científico. El tópico anterior es un asunto medular; ya que no basta con utilizar el método científico para producir conocimiento científico; es necesario que este sea accesible al escrutinio público, para que el resto de la comunidad científica critique, repita los experimentos o compare lógicamente los resultados presentados con otros resultados de investigación, de tal manera que se arribe al consenso por parte de los científicos de que dicho conocimiento es confiable (Bunge, 1985 y Ziman, 1978). Por lo anteriormente expuesto, la mayor parte del esfuerzo del investigador se concentra en demostrar que dicha investigación ha sido hecha con la fiabilidad adecuada

para que el conocimiento generado pueda ser considerado como válido por la comunidad científica (*Ibíd.*)

Pero la generación de conocimiento científico, no siempre se ha dado de la forma que ha sido descrita líneas arriba, puesto que este conocimiento es producto de la acción social de un grupo humano, los científicos, cuya conducta, alimentada por las diferentes acciones racionales de sus integrantes conforma un sistema, la ciencia (de acuerdo a la definición más clásica de la acción social escrita por Weber en 1944). La acción social que ha dado origen a la ciencia, esta integrada por las acciones de los científicos que forman parte de la comunidad científica, cuya conducta se orienta (es decir, tiene un sentido consiente) por las acciones de otros científicos que integran el sistema. En consecuencia, la ciencia y por lo tanto el conocimiento científico es una construcción social producido dentro de un sistema de pensamiento y acción, el sistema científico (Varelo, 2002) y este ha cambiado a lo largo del tiempo, de acuerdo a la definición que de la ciencia han hecho sus integrantes, del objeto de estudio que han seleccionado y por supuesto del contexto en el que se han desenvuelto.

Sería imposible para un estudio de esta naturaleza hacer un análisis de la vasta historia de la ciencia, por lo que, para el presente estudio se han seleccionado cinco etapas, representadas por siete científicos; que a grandes rasgos dan cuenta de los momentos de cambio en la acción social de la ciencia; dichos científicos son: Aristóteles (384-322 a.C.) y la ciencia en la tradición griega; Galileo Galilei (1564-1642) y los inicios de la ciencia moderna; James Clerk Maxwell (1831-1879) y los científicos del siglo XIX; Max Planck (1858-1947) y Max Weber (1864-1929), el cambio de siglo, la ciencia a principios del siglo XX; Richard P. Feynman (1918-1988), la ciencia académica y la gran ciencia y finalmente Michel Gibbons y el conocimiento socialmente distribuido.

La ciencia en la tradición griega

Para la tradición griega, el gran tema de fondo del estudio de la filosofía lo constituía la *physikè*, la naturaleza, cuya definición incluía a los seres vivos, el hombre entre ellos, hasta los fenómenos de la atmósfera y los astros del cielo (Echandía, 1998). Así, el estudio de la física se refería a una ciencia omnicomprensiva que abarcaba a todos los fenómenos anteriormente nombrados (Aristóteles, 1998). La ciencia fue conceptuada en esa época como el conocimiento de los principios más generales para el estudio de la naturaleza; por lo que el estudio de los principios de esta, se convirtió en su objeto y el análisis de dichos principios en su procedimiento (*Ibíd.*).

Los pitagóricos fueron el primer grupo de pensadores que estuvieron interesados en la explicación de la naturaleza a partir de la razón (Aristóteles, 1994 y Schrödinger, 1997). Pitágoras, que vivió en la segunda mitad del siglo VI a. C., fue el fundador de esta escuela; de acuerdo a las noticias dadas por Aristóteles (1994), los pitagóricos basaban su pensamiento en la idea de que las cosas son números, por lo tanto había que analizarlas abstrayendo sus mediciones para determinar sus relaciones, por ejemplo, medir los procesos de la vida cotidiana como longitudes y ángulos para estudiar y determinar sus relaciones (Aristóteles, 1994 y Schrödinger, 1997). Así, asociaron los números cuadrados (4, 9, 16, 25,...) con la justicia, los cuatro elementos con cuatro de los cinco poliedros regulares, mientras que el dodecaedro (el quinto poliedro) simbolizaba el receptáculo del universo entero (Schrödinger, 1997). La perspectiva apriorística de esta escuela influyó grandemente en Platón (*Ibíd.*).

La escuela de Mileto con Tales, Anaximandro y Anaxímenes que vivieron entre el 585 a. C. y el 545 a. C. fueron los primeros que intentaron comprender el mundo en el que vivían a través de la observación e inferencia de lo que podía explicar esa observación, pues pensaban que los sentidos eran la forma inmediata de acercarse a dicho mundo (Aristóteles, 1994 y Schrödinger, 1997). Fue a partir de la observación que se dieron cuenta del complicado mecanismo que era el mundo y de acuerdo con Schrödinger (1997), reconocieron que ese mecanismo estaba regido por leyes innatas y eternas, las cuáles se dedicaron a desvelar.

Por otro lado, los atomistas Leucipo y Demócrito que vivieron hacia el 460 a. C. lograron tender un puente entre el conocimiento generado a través de los sentidos y el que se generaba a partir de las deducciones matemáticas con la teoría de los átomos como la materia de que estaba compuesta la naturaleza (*Ibíd.*). Demócrito pensaba que existían dos vías para obtener conocimiento: la oscura, constituida por los sentidos que permiten conocer ciertas áreas del mundo pero que no resultan suficientes cuando esas áreas se convierten en muy pequeñas; es entonces cuando el método genuino de conocimiento basado en el cerebro posibilita el conocimiento de dichas áreas (*Ibíd.*). En el relato anterior, parece ya anticiparse la falta de entendimiento entre el uso de métodos cuantitativos y cualitativos para conocer y explicar el mundo; así como la síntesis o integración que de ellos proponen algunos científicos en la actualidad para aprovechar el potencial que ambos métodos tienen.

Aristóteles marca la culminación de una tradición de pensamiento iniciada por los presocráticos, quienes empezaron a cuestionarse sobre la constitución y el origen del mundo que sus ojos podían apreciar (Echandía, 1998). Anaxágoras dio a conocer en Atenas los trabajos de los pensadores jonios que escribieron los *Peri phýseōs*, los atomistas y los físicos sicilianos, que en poco tiempo influyeron en todas las

“grandes transformaciones culturales de los siglos V y IV a. C. dando lugar no sólo a nuevas formas de episteme, sino también a múltiples estudios naturalistas y de carácter empírico” (Echandía, 1998: 11).

La ciencia griega estuvo involucrada en la búsqueda de razones explicativas que permitieran conocer las manifestaciones empíricas de la *phýsei ōnta* (o naturaleza de las cosas, porque estas provienen y se fundan en la *phýsis*, la cuál es su entidad misma) (Echandía, 1998).

La naturaleza es forma y materia, por lo tanto el objeto de la física (sus fines) debía ser conocer ambas naturalezas,

“el objeto de nuestro estudio no son cosas carentes de materia, ni tampoco cosas exclusivamente materiales” dice Aristóteles (1998:137).

Pero también la naturaleza es fin, prosigue Aristóteles

“porque si en las cosas cuyo movimiento es continuo hay algún fin de ese movimiento, tal fin será tanto su término extremo como aquello para lo cual [es]” (*Ibíd.*: 138).

En la medida en que la naturaleza es fin, es necesario conocer entonces ese fin último de los fenómenos observados. Pero si existe un fin, entonces también existe una causa, por lo tanto la naturaleza es una causa que opera para un fin; lo que hace necesario que para conocerla se estudien sus causas, sus fines, su materia y su forma (*Ibíd.*).

El saber y la ciencia son resultado del conocimiento de los principios, de las causas y de los elementos, para lo cuál, sus mecanismos de generación de conocimiento se constituyeron por medio de

“la vía natural [de conocimiento que] consiste en ir desde lo que es más cognoscible y más claro para nosotros hacia lo que es más claro y más cognoscible para la naturaleza” (*Ibíd.*: 84).

Un todo es más cognoscible para la sensación, tal como ocurre con los nombres, pues un nombre significa un todo sin distinción de partes; por lo que tenemos que proceder para el conocimiento de la naturaleza del análisis del todo y avanzar posteriormente a sus constituyentes particulares (*Ibíd.*).

Aristóteles llevó a cabo una sistematización de los estudios de la naturaleza, intentando unificar la astronomía matemática que entonces iniciaba con la física, ya que para este sabio, la explicación cosmológica de los astros debía someter a principios físicos el comportamiento del objeto material, en éste caso los astros, y no sólo reproducir los movimientos aparentes con construcciones ideales (Solís, 1990).

Los eruditos de la antigüedad comunicaban sus ideas (mecanismos de socialización y transmisión del conocimiento) por medio de textos, conferencias o discursos ante auditorios pequeños y por medio de su práctica educativa, ya que muchos de éstos sabios trabajaron en escuelas filosóficas o centros de iniciativa privada como la Escuela de Jenófanes, establecida en Elea, la de Pitágoras en el sur de Italia, la Academia platónica, el Liceo aristotélico, la

Escuela de Epicúreo o la Escuela de Epicteto que se encontraba en Nicópolis, se desempeñaron como consejeros morales o políticos para las asociaciones y círculos aristocráticos y por supuesto como educadores de reyes, príncipes y personajes importantes, como el caso de Aristóteles que fue el preceptor de Alejandro Magno (Fornes, 1982; Foucault, 2004 y Marrou, 2004). Por ejemplo, la Escuela de Epicteto que preparaba a filósofos y consejeros morales, ofrecía lecturas públicas y clases magistrales a las que se invitaba al público en general como una especie de escuela normal (Foucault, 2004).

El Museo Biblioteca de Alejandría fue el primer centro estatal de investigaciones científicas que atrajo a una élite de intelectuales que produjeron avances científicos que solo pudieron superarse después del Renacimiento (Finley, 2008 y Fornes, 1982). Los Ptolomeo pusieron a disposición de los científicos radicados en el Museo y de los correspondientes en Atenas y Siracusa como Arquímedes los recursos necesarios para que éstos desarrollaran su actividad científica, ligándola a intereses y problemas materiales (Finley, 2008). Lo anterior supuso un cambio importante en la forma de generar conocimiento pues la actividad científica dejó de ser puramente contemplativa para conectarse con la resolución de problemas prácticos y por lo tanto comenzó a impactar sobre la sociedad (Fornes, 1982).

La relación entre ciencia y técnica permitió generar conocimiento que fue utilizado por las ciudades y los pueblos con quienes los científicos tenían contacto. Aunque Aristóteles consideraba de mal gusto detenerse en la utilidad práctica de las disciplinas que había fundado, a excepción de las aplicaciones éticas o políticas, los pitagóricos si desarrollaron las consecuencias prácticas de sus descubrimientos (Finley, 2008). Arquímedes trabajó sobre problemas relacionados con el salvamento de buques, la determinación de la pureza del oro, la elevación de líquidos y el levantamiento de grandes pesos (Fornes, 1982). Esta fecunda relación fue interrumpida por la destrucción de la Biblioteca Museo, lo cual ocurrió probablemente en el siglo IV y en general por el abandono del desarrollo del saber helénico debido a las guerras, las invasiones, el fanatismo y sobre todo al olvido, al representar dicho saber la permanencia de la cultura clásica pagana (Fernández, 1995).

La búsqueda de las causas, de los principios, fines y formas que tenía la naturaleza llevo a los griegos a poner en práctica métodos de observación de lo que percibían del mundo, a abstraer conocimiento a partir de esa observación, por ejemplo a medir los fenómenos y a buscar explicaciones a su ocurrencia y a cuestionarse sobre las relaciones entre estas diferentes formas de acceso al conocimiento. Es decir, los llevo a conformar una experiencia racional de conocimiento, definiendo los fines, medios y las consecuencias de esa búsqueda de explicaciones sobre la realidad.

En el método científico moderno, los medios a su vez, se integran por los mecanismos de generación de conocimiento, los mecanismos para ratificar las innovaciones aceptables (o para saber que lo que se conoce es fiable) y los mecanismos de socialización y transmisión del conocimiento tal como se esquematiza en la Ilustración 4. Los mecanismos de generación de conocimiento, a su vez están integrados por la forma en que el investigador define los problemas que estudia, los conceptos que elige para explicar el problema seleccionado y los métodos derivados de tales conceptos que le permitirán estudiar dicho problema.

Por ejemplo, en la tradición griega los problemas de investigación elegidos fueron los relacionados con la veracidad de la percepción sensorial y su interrelación con el uso de la razón para explicar dicha percepción, los conceptos elegidos fueron los principios de las causas, los fines, la materia y la forma de la naturaleza y los métodos que crearon a partir de estos conceptos fueron la observación, la medición y la abstracción, es decir, la explicación de lo observado y medido a partir de sus relaciones e inferencias, como se puede observar en la Ilustración 4. Los mecanismos utilizados por los griegos para verificar la validez de las innovaciones aceptables fueron la relación establecida entre los sentidos y la razón, dependiendo de la escuela de pensamiento que realizaba las indagaciones. Mientras que la socialización y transmisión del conocimiento se hizo mediante la escritura de textos y su posterior difusión, las conferencias o discursos y el asesoramiento a consejeros morales, a políticos o a gobernantes.

El descubrimiento anterior desato un movimiento creativo que permitió un conocimiento más racional del mundo y un debate sobre la capacidad del hombre para acercarse cognitivamente a dicho mundo. Pero el uso de la razón para acercarse al conocimiento del mundo, también provoco que el conocimiento generado fuera aplicado en la resolución de problemas ya fueran técnicos o sociales, lo que amplio con mucho la libertad y los recursos de que dispusieron los eruditos griegos para desarrollar su tarea investigadora, claro ejemplo de ello fue la creación del Museo Biblioteca de Alejandría. Es decir, un patrón no muy alejado de la forma de la ciencia actual, y al igual que en la actualidad se les demando a los sabios el estudio de problemas prácticos.

Con la información expuesta anteriormente es posible intuir que en el caso de la tradición griega, fue el desarrollo cognitivo lo que posibilito y determino una cierta organización social para generar conocimiento y que sin embargo fue frenada cuando la organización social, política y religiosa que le dio sustento cambio dificultando enormemente el desarrollo de esta forma de conocer el mundo.

Galileo y los inicios de la ciencia moderna

El desarrollo científico se vio adormecido durante la época medieval, la cultura se refugio en los monasterios y el estudio de la naturaleza se llevo a cabo bajo la visión del mundo que ofrecía el aristotelismo, visión respaldada por la autoridad de la Iglesia Católica (González, 2006). La ciencia dio un gran salto cuando Copérnico, Galileo y Kepler en el siglo XVII, confrontaron esta visión inamovible del mundo y le dieron a la ciencia la ocupación de descubrir paso a paso y con método riguroso los secretos de la naturaleza, o como el mismo Galileo lo mencionó

“el libro en que esos secretos están escritos” (nota a pie de página González, 2006:155).



ILUSTRACIÓN 4. CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN LA TRADICIÓN GRIEGA. FUENTE: ARISTÓTELES (1998 Y 1994), ECHANDÍA (1998), FINLEY (2008), FORNES (1982), FOUCAULT (2004), MARROU (2004), SOLÍS (1990) Y SCHRÖDINGER (1997). ELABORACIÓN PROPIA

Gran parte de los esfuerzos de Galileo y los científicos que le fueron contemporáneos estuvieron dirigidos a fundamentar el valor filosófico de sus descubrimientos en relación a lo establecido por las Sagradas Escrituras y la tradición aristotélica (González, 2006). Por ejemplo, Galileo dijo al papa Urbano VIII

“no se trata de dictar normas a Dios... sino de descubrir y contemplar realmente la obra salida de sus manos (nota a pie de página González, 2006:155).

El heliocentrismo además de una nueva forma de entender la organización del mundo, implicaba una nueva actitud intelectual, hacer a la razón superior a los sentidos, pues era más natural pensar que era el sol el que se movía, viéndolo cada día ascender en el firmamento y no pensar que era la tierra la que se movía cuando no se le podía ver moverse (A. Koyré, 1980; citado por González, 2006).

Procedía científicamente, de acuerdo con Galileo, quién se apoyaba en

“demostraciones astronómicas y geométricas, fundadas antes sobre experiencias sensibles y minuciosísimas observaciones” (Galileo, 2006:92)

No es que el conocimiento que sobre el mundo había fundado Aristóteles no procediera de minuciosísimas observaciones, sino que a lo largo del tiempo, dicho conocimiento se había transformado en dogmas de fe, por lo que Galileo propugnaba porque sus contemporáneos se librarán de la esclavitud de aceptar lo conocido como verdad y dieran libertad a sus sentidos para volver a buscarla (Galileo, 2006).

La reunificación de la astronomía matemática operativa y la física que logro el heliocentrismo, y que no se había tenido desde los tiempos de Aristóteles, fue uno de los mayores éxitos copernicanos; su propuesta de reordenación de los cuerpos celestes atrajo la atención de Galileo y Kepler (Solís, 1990). La reunificación mencionada genero además, un poder predictivo con él que no contaba la ciencia anterior, al agregar realidad física a las matemáticas de los astrónomos y al utilizar las matemáticas para el estudio de la naturaleza, se logro explicar más clara y sistemáticamente los fenómenos que los científicos observaban (*Ibíd.*).

El análisis que presenta Solís (*Ibíd.*) sobre el trabajo de observación de Galileo permite ver la forma en que se generaba conocimiento científico en aquel entonces

“Según muestra el análisis de los manuscritos, hasta el día 15 [de enero de 1610] no interpretó correctamente sus observaciones como correspondientes a astros que circunvalan al cuerpo de Júpiter, lo que indica que ver satélites entraña un proceso más o menos laborioso consistente en encontrar una hipótesis que de sentido a los datos telescópicos una vez hallada” (*Ibíd.*: 17-18).

Galileo y Kepler fueron muy consientes de esta necesidad por lo que la valoraron como uno de los elementos más importantes en ese conocer científicamente; Kepler alababa por ejemplo la habilidad observacional de Galileo que le había permitido ver el relieve lunar (*Ibíd.*).

Los problemas que Galileo tuvo que superar para aceptar las imágenes telescópicas como observaciones adecuadas ocurrieron en dos sentidos, el primero consistió en no contar con una teoría óptica que le permitiera relacionar sus observaciones con los fenómenos realmente existentes a una gran distancia, es decir, si lo que se observa corresponde con lo observado (*Ibíd.*). El segundo problema tiene que ver con la teoría interpretativa de las observaciones, pues una vez que se está seguro que lo que se observa corresponde con algo, como interpretar y explicar ese algo, es decir, como se llega a generar una teoría interpretativa que de orden y explique lo observado (*Ibíd.*).

Las profesiones de Copérnico, Kepler y Galileo caracterizan a la erudición autodidacta como forma de generar conocimiento científico, por ejemplo, Copérnico fue un canónigo en una sede Episcopal donde se dedicó a cultivar el saber bajo el seno de su profesión; Kepler fue profesor de matemáticas y trabajó conjuntamente con Tycho Brahe en la observación del cielo, un hombre acomodado que podía sufragarse sus propias investigaciones y Galileo fue contratado como profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa por el Duque Fernando I de Toscana (Caspar, 1993 y Fornes, 1982).

Los científicos debieron emprender una fuerte pelea contra el poder establecido de la iglesia para delimitar claramente las fronteras entre ciencia y fe, defendiendo el derecho de la primera para tener un terreno propio y exclusivo libre de cualquier tipo de extrañas interferencias como los prejuicios o los dogmas de fe, de cuyo proceso da cuenta Galileo en sus Cartas a Cristina de Lorena (González, 2006). Al principio, los hombres de ciencia trabajaban aislados, pero una vez que hubieron ganado el derecho a generar conocimiento científico, empezaron a organizarse en corporaciones, donde la cooperación permitiera el avance de la ciencia (Dubos, 1996). Dichos grupos fueron llamados colegios invisibles o asociaciones, que al principio se integraron a partir de reuniones informales pero que luego empezaron a establecerse de manera más formal hasta que a instancias de los gobiernos monárquicos fueron transformadas en academias de ciencias (*Ibíd.*).

La *Natura Curiosorum* establecida en Alemania por Bausch en 1652 y que después cambio su nombre por el de Academia Leopoldina es un buen ejemplo de las corporaciones mencionadas (Sagasta, 1903). Otro ejemplo lo constituye la Academia Real de Ciencias fundada en Francia por Luis XIV en 1666 a partir de la asociación formada por Merssene para el estudio de las ciencias matemáticas y naturales (*Ibíd.*). Posteriormente personajes de los gobiernos de entonces vieron en la ciencia la posibilidad de sentar las bases para el adelanto de las artes, la industria, la navegación y el comercio y para ello organizaron a los hombres de ciencia en academias, ejemplo de ello fueron la Real Sociedad de Londres para mejorar el estudio del Conocimiento Natural conformada en 1671 durante la administración de Cromwell quién reunió a los hombres más distinguidos por su saber en Oxford o la Academia de Ciencias de Berlín, fundada por Federico I en 1700 y la Academia Imperial de San Petesburgo establecida por la emperatriz Catalina I en 1725. (Sagasta, 1903).

Es importante mencionar que al principio, muchas de estas sociedades admitían a personas de todas las profesiones que estuvieran interesadas en cooperar para hacer avanzar el estudio de la naturaleza, tanto en su aspecto práctico como con cuestiones más abstractas, al estilo de la utopía creada por Francis Bacon en su Casa de Salomón (Dubos, 1996 y Sagasta, 1903). Para ingresar a la Academia Leopoldina, sus integrantes debían presentar un trabajo

científico relacionado con uno de los tres reinos de la materia reconocidos hasta entonces, mineral, vegetal y animal y colaborar en la recopilación de datos para la publicación de las efemérides anuales de Alemania (Sagasta, 1903). En el caso de la Academia francesa tenía como encomienda la realización de estudios sobre problemas técnicos de interés nacional, así como la difusión de los resultados de la investigación científica (Dubos, 1996).

Otro de los objetivos de las sociedades fue la difusión con claridad y verdad de las predicciones hechas por los científicos para estimular en otras personas el deseo de generar conocimiento sólido y útil, para que en el futuro la búsqueda de conocimiento ampliara nuestro saber sobre la naturaleza (Oldenburg; 1666 citado por Dubos, 1996). Lo anterior produjo un cambio en la forma de comunicar los trabajos científicos, pues hasta el siglo XVII el conocimiento que generaban los investigadores se difundía por medio de libros y las discusiones entre ellos se daban a través de la correspondencia epistolar enviada a otros científicos o a personajes que dominaban la política o la religión de su tiempo (Dubos, 1996). Por ejemplo las ya mencionadas Cartas a Cristina de Lorena o las cartas que Galileo y Kepler intercambiaron, contenidas estas en *El mensaje y el mensajero sideral* (Kepler, 1990).

La Real Sociedad de Londres se reunía cada semana para analizar y debatir las investigaciones realizadas por sus miembros; así, un investigador podía dedicarse al estudio de un tema, del que debía dar cuenta en una carta, que era leída a la sociedad y posteriormente publicada en algo que recibió el nombre de *Correspondence* primero y después se llamó *Philosophical Transactions* (Crease, 2009). Un ejemplo de lo anterior ocurrió cuando Newton presentó su *experimentum crucis* en 1672 a la sociedad lo hizo bajo este formato y su carta ha sido considerada como una obra maestra de la literatura científica, porque en ella da cuenta no sólo de la descripción del experimento, sino del proceso de pensamiento que le condujo a él (*Ibíd.*).

Las revistas científicas, propiamente dichas, empezaron a ser publicadas alrededor de 1665, por ejemplo el periódico francés *Journal des Sçavants* cuyo primer número apareció el 6 de enero de 1665 ya proporcionaba información regular sobre los avances científicos como reseñas de libros, la difusión de

informes de experimentos, etc. (Chitto, 1996). Las *Philosophical Transactions* fueron publicadas por primera vez el 6 de marzo de ese mismo año para difundir más ampliamente el trabajo de los miembros de la Royal Society (*Ibíd.*).

El formato descrito anteriormente en opinión de Crease (2009) fue muy importante para la profesionalización de la ciencia, para el establecimiento de su herramienta más potente, el uso del conocimiento generado por otros para generar más conocimiento y para la instauración de la ciencia académica como enfoque dominante en la generación de conocimiento científico, puesto que obligaba a los científicos a racionalizar el proceso de publicación y defensa de la información científica, fundamentando mejor lo publicado. Así las *Philosophical Transactions* se convirtieron en el antecedente de la moderna revista científica (*Ibíd.*).

Quién iba a pensar, que el objetivo de las academias de ciencias de difundir el conocimiento científico para estimular el deseo de más personas por participar en la generación del conocimiento, haya sido no sólo olvidado, sino anulado totalmente por la profesionalización de la comunicación del conocimiento científico en las revistas especializadas, ya que esto ocasiono el alejamiento de del público lego en la materia. Desde entonces hasta ahora, a excepción de los escritores de novelas de aventuras de fines del siglo XIX, como Conan Doyle o Verne que utilizaron a los científicos y su conocimiento como los personajes centrales de sus aventuras; la comunicación pública de la ciencia no había vuelto a despertar la curiosidad de las personas hacia el conocimiento científico que el sistema de ciencia y técnica genera (Daza y Arboleda, 2007).

Por lo que respecta a la aplicación de los conocimientos generados, Galileo y sus predecesores se preocuparon por el lado práctico de su trabajo, sobre todo porque había sido gracias a dicha practicidad que fue posible comprobar experimentalmente sus ideas (Heisenberg, 1977). El reloj se encuentra entre los aparatos mecánicos que los eruditos de entonces investigaron; además, inventaron instrumentos ópticos y Newton estuvo involucrado en la construcción de un puente en Cambridge. Desde entonces, se estableció un vínculo positivo entre la invención de herramientas que sirven para

experimentar y comprobar ideas y que posteriormente son utilizadas por la sociedad para resolver problemas de la vida cotidiana (Heisenberg, 1977). Algunos científicos de la época posterior a Galileo vieron, así mismo, en las aplicaciones prácticas de sus teorías la corroboración de que estas funcionaban en las condiciones de la naturaleza, por lo que se convertían en una prueba más de la validez de los resultados encontrados, algo así como si la naturaleza actuara como un juez imparcial de su trabajo (Heisenberg, 1977).

La experiencia racional de conocimiento que Galileo y sus contemporáneos conformaron estuvo determinada por el hecho de que tuvieran que fundamentar el derecho a la ciencia como forma de conocimiento válida. Por ejemplo, los fines que dichos científicos se impusieron fue conocer con método la estructura y el funcionamiento de la naturaleza. Esta finalidad determinó a su vez, los mecanismos de generación de conocimiento usados, pues debían estar seguros en todo momento que los métodos los acercaran lo más posible a la correcta correspondencia entre la observación y lo observado y la correcta interpretación de lo observado, es decir, debían ayudarles a generar conocimiento sobre la naturaleza que les permitiera explicar racionalmente lo observado, diferencia fundamental con respecto al conocimiento religioso contra el que tenían que establecer diferencias. De esta manera, los conceptos que Galileo y sus contemporáneos utilizaron para organizar la experiencia de conocimiento estuvieron determinados además de por la búsqueda anterior, por el enfrentamiento de dichos investigadores con las viejas tradiciones, lo que hizo que tuvieran que poner en duda todos los conceptos de esas tradiciones y generar cuanto antes métodos de conocimiento y conceptos que pudieran serles útiles para demostrar que el conocimiento científico podía ser tan fiable o más que el conocimiento religioso para entender el mundo. En la Ilustración 5 se presenta un resumen de la información mencionada en esta sección, el análisis de dicha información permite ver que fue otra vez el desarrollo de las ideas lo que empujó la organización social que se creó entorno a la generación de conocimiento científico y que en éste caso, la transformación fue tan duradera que en muy poco tiempo la forma de conocer científicamente el mundo dominó como la única considerada válida.



ILUSTRACIÓN 5. GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DURANTE LA ÉPOCA DE GALILEO. FUENTE: CREASE (2009), CHITTO (1996), DUBOS (1996), FORNES (1982), GALILEO (2006), GONZÁLEZ (2006), HEISENBERG (1977), KEPLER (1990), SAGASTA (1903) Y SOLÍS (1990). ELABORACIÓN PROPIA

El momento se parece mucho al que actualmente ocurre con el conocimiento socialmente distribuido, pues si bien sus practicantes provienen de la ciencia académica, es decir, no de otro tipo de conocimiento, el modo en que generan el conocimiento científico en interacción con participantes no científicos y el tipo de problemas de investigación que estudian, hace que existan dudas por parte de los científicos que trabajan en las ciencias disciplinares acerca de la correcta correspondencia entre sus observaciones y lo observado y la correcta interpretación de lo observado.

Clerk Maxwell y los científicos del siglo XIX

Después de las profundas transformaciones sociales llevadas a cabo durante el siglo XVIII, la opinión pública había cambiado con respecto a la ciencia, debido a la difusión que se había hecho de los descubrimientos de los siglos anteriores, se respetaba todo lo que llevara el ropaje de científico (Clerk Maxwell, 2006). En las instituciones se dirigía a los estudiantes hacia el estudio de la ciencia con la finalidad de que tuvieran éxito en la vida, como lo mencionó Clerk Maxwell (2006) en su conferencia inaugural como catedrático en el King's College de Londres en 1860. Para entonces, la erudición autodidacta había evolucionado al sistema de ciencia académica, pues los científicos se habían profesionalizado, exigiéndoles que generaran ciencia como una profesión dentro de una institución especializada (Wittrock, 1996). Las instituciones especializadas antes mencionadas, fueron las transformadas universidades europeas y estadounidenses, las cuáles se habían convertido en centros productores y distribuidores del conocimiento científico y los centros de investigación creados por algunas monarquías como el Jardín Du Roi francés (Fornes, 1982; Weber, 2007 y Wittrock, 1996).

Los científicos continuaron organizándose en sociedades científicas como la Real Sociedad de Londres y seguían comunicando sus descubrimientos, en libros, a través de cartas dirigidas a sus colegas, en comunicaciones que leían en las reuniones de dichas sociedades científicas y que posteriormente eran publicadas en forma de revistas científicas adscritas a las sociedades de investigación como las *Philosophical Transactions* y por supuesto, a través de

la docencia que impartían en las universidades donde laboraban (Sánchez, 2006). Por otra parte, la profesión académica había adquirido prestigio a nivel social, como sucedía en la Alemania del siglo XIX donde los académicos constituían una especie de aristocracia intelectual; así como también se habían incrementado los conflictos sobre primicias en descubrimientos, pertinencia y validez de enfoques de investigación, etc. (Ringer, 1995).

La física era llamada filosofía natural, nombre asignado por Newton y se consideraba que estudiaba las leyes del mundo material a partir de la observación, la clasificación y la descripción de los fenómenos para deducir resultados que no se observaban directamente (Thompson y Tait, 1890; citados por Sánchez, 2005). Se consideraba que la filosofía natural estaba constituida por la mecánica que estudiaba

“la teoría general del movimiento y equilibrio, junto con la aplicación de los principios mecánicos a la investigación de los fenómenos de la naturaleza [y la física que incluía] el estudio de la luz, el calor, la electricidad y el magnetismo [; además la física estudiaba aquellos fenómenos que se habían relacionado con principios más generales pero que todavía no se consideraban como] el resultado de acciones mecánicas conocidas” (Clerk Maxwell, 2006:240).

En este contexto, James Clerk Maxwell desarrollo una teoría matemática que relacionaba los campos eléctricos y magnéticos, también trabajó sobre la teoría del color y la física estadística (Sánchez, 2006). Es posible examinar la concepción de ciencia y el método de trabajo en esta a través de una de sus investigaciones en materia de teoría del color

“el objeto de la siguiente comunicación es describir un método mediante el cual se puede mostrar al ojo toda variedad de color visible de forma tal que admita una comparación precisa; demostrar como se pueden registrar numéricamente experimentos realizados de esta manera y deducir de éstos resultados numéricos algunas leyes de la visión (Clerk Maxwell, 1855; citado por Sánchez, 2005:28).

La forma de investigar en física durante el siglo XIX consistía por tanto en llevar a cabo experimentos sobre ciertas suposiciones para medir las regularidades empíricas del fenómeno experimentado y elaborar leyes (teoría) explicando

dichas regularidades empíricas, por lo menos esa es la descripción que Gil Antón (1997) hace del trabajo de Ernst Mach (1838-1916) y Pierre Duhem (1861-1916), dos importantes científicos del siglo XIX. Para ambos investigadores la ciencia debía alejarse de las interpretaciones metafísicas, por lo que la materia de la investigación científica tenía que estar circunscrita al descubrimiento de las relaciones funcionales de dependencia producto de la observación y con base en dichas observaciones ordenar conceptual y funcionalmente la realidad (Gil Antón, 1997).

Se llega al conocimiento, de acuerdo con Mach (1906; citado por Gil Antón, 1997) a través de relacionar las sensaciones hasta ir conformando un núcleo permanente; es necesario considerar que bajo circunstancias diferentes, los sentidos producen sensaciones y percepciones diferentes. La corriente positivista dentro de la cuál se enmarca el trabajo filosófico de Mach (1906; citado por Gil Antón, 1997) postula que el mundo consiste solo en las sensaciones que el ser humano es capaz de percibir, por lo que el horizonte cognitivo debe circunscribirse a ellas utilizándolas como elementos que hay que relacionar con el fin de dar cuenta de sus dependencias funcionales; así, es materia de la investigación científica el descubrimiento de esas relaciones funcionales de dependencia.

El proceso anteriormente descrito da cuenta de que la elaboración de teoría es consecuencia de la inducción, generalización y abstracción de la experiencia, es decir, de las vivencia de las sensaciones; Clerk Maxwell menciona la

“inmensa “masa de hechos”, los cuáles han sido ordenados y expresados como el resultado de “un cierto número de leyes experimentales, pero la forma bajo la que finalmente aparecerán estas leyes, cuando se deduzcan de principios centrales, aún es incierta” (Clerk Maxwell, 2009:246).

Así, la investigación en mecánica era muy similar a la que se llevaba a cabo en matemáticas, pero en física se tenía que considerar las ideas de materia, tiempo y fuerza, además de las de cantidad y espacio;

“los axiomas o leyes de movimiento sobre los que se fundamenta la ciencia, son del mismo tipo que los de la geometría” (Clerk Maxwell, 2009: 240).

Kirchhoff consideraba que la meta de la mecánica era la descripción lo más completa y simple de los movimientos producidos por la naturaleza (Gil Antón, 1997). Mientras que en las ciencias físicas, se investigaban propiedades generales de la materia, remitiéndolas a causas que los científicos imaginaban que operaban sobre la materia en general (Clerk Maxwell, 2009). Por su parte, para Mach la física teórica era la representación abstracta y condensada de los fenómenos naturales (citado por Gil Antón, 1997).

En 1860 en la conferencia mencionada, Clerk Maxwell protestaba así mismo, por las quejas de las generaciones que le fueron contemporáneas hacia el avance del conocimiento científico, ya que tenían la idea de que los grandes descubrimientos hechos no dejaban sitio para más empresas. Estos descubrimientos proporcionaban a la ciencia una frontera más amplia ya que no solo

“tenemos que poner orden en las regiones ya conquistadas, sino que debemos mantener operaciones constantes en la frontera, en una escala continuamente creciente” Clerk Maxwell (2009:246).

Por otra parte, durante el mismo siglo XIX el surgimiento de las ciencias histórico sociales, como las denominaría Max Weber dio pie a una vasta discusión sobre la forma de generar conocimiento científico. Por ejemplo, Dilthey (citado por Gil Antón, 1997) hacía una diferenciación entre las ciencias de la naturaleza y las de la acción humana con respecto a su materia de estudio, en el caso de las primeras, debido a que se estudiaban hechos exteriores al hombre, éstos podían ser juzgados y explicados; por el contrario los hechos internos de las ciencias histórico sociales sólo podían ser comprendidos sin poderse explicar de la misma forma que los hechos de la naturaleza.

Para otros autores, entre ellos Windelband (citado por *Ibíd.*), la diferencia entre las ciencias de la naturaleza y las histórico sociales, estaba dada por la diversidad de sus objetivos cognoscitivos, lo que generaba procedimientos diferentes de investigación adecuados al fin que perseguían. Así, Windelband (citado por *Ibíd.*) clasificaba a las ciencias en: ciencias nomotéticas (o basadas en medidas nomotéticas) que estudiaban casos particulares dentro de un

conjunto de uniformidades ajustadas a leyes y ciencias ideográficas que investigaban sucesos cambiantes de acuerdo con la individualidad de cada cultura o formación social. Si bien, las ciencias se diferenciaban en cuanto a su objetivo de estudio, ambas tenían que arribar a la elaboración conceptual para explicar causalmente sus afirmaciones de acuerdo con la aportación de Rickert (citado por *Ibíd.*); de esta forma las ciencias histórico sociales debían explicar sus conclusiones al igual que lo hacían las ciencias de la naturaleza.

Aunque Max Weber (1971) estaba de acuerdo con la distinción mencionada en el párrafo anterior, no lo estaba con la equiparación que algunos sociólogos hacían de las leyes naturales con las leyes sociales como determinísticas (causa-efecto) de las acciones humanas. Las leyes sociales no eran sólo la causa del actuar humano, este tenía una causa definida, no era irracional como algunos científicos lo definían y por lo tanto se le podía medir y conocer objetivamente como a los fenómenos naturales (Weber, 1971). Las ciencias diferían tanto en el interés cognitivo como en el modo de explicar la causalidad de sus fenómenos de acuerdo con el planteamiento de Weber (*Ibíd.*). Los pensadores anteriores a Weber (*Ibíd.*) como Dilthey proponían que las ciencias histórico sociales solo podían ser estudiadas desde la vivencia puesto que para dar cuenta de sus conexiones internas, el investigador debía vivir esas circunstancias. La oposición de Weber a este único camino se fundamenta en la necesidad de contar con un control conceptual intersubjetivo que permitiera juzgar la adecuación de la interpretación de las conexiones internas estudiadas (*Ibíd.*).

La interpretación de las conexiones internas de los fenómenos sociales estudiados debía explicar la causalidad o el sentido de dichas conexiones; es decir, debía explicar los motivos que el comportamiento referido tenía, para poder comprender y entender sus resultados (*Ibíd.*). La interpretación de los fenómenos socio históricos que propuso Weber (*Ibíd.*) no buscaba la valoración de las cualidades de los fenómenos, es decir, una toma de posición con respecto a ellos; si no la pretensión de un juicio, que comprendiera de modo válido las conexiones reales de los fenómenos estudiados o en otras palabras que entendiera lo que se observa, acorde con la concepción de ciencia en el siglo XIX, recuérdese a Mach y Duhem (Gil Antón, 1997).

En este mismo sentido, Einstein argumentaba que la actividad teórica permitía rebasar los límites marcados por la constatación de las regularidades empíricas para arribar a enunciados causales, es decir, a interpretaciones sobre las causas de los fenómenos descritos, al igual que Weber veía necesario la elaboración conceptual con rigor lógico para explicar los sistemas estudiados (Einstein, 1981; citado por Gil Antón, 1997). Tanto Weber como Einstein coincidían en la necesidad de explicación causal para ambos tipos de ciencia ya que la teoría es al fin y al cabo una creación humana por lo que no basta con enunciar inductivamente regularidades (Gil Antón, 1997). E incluso Einstein iba más allá pues planteaba que es la teoría la que determina lo que es posible observar (Heisenberg, 2004).

En la descripción que Husserl hizo en 1907 de cómo se genera el conocimiento sobre la naturaleza, se puede ver una integración de ambas posiciones. Así, en la primera de sus lecciones sobre la fenomenología dictadas en Göttingen del 26 de abril al 2 de mayo de 1907 Husserl escribe que la investigación científica consiste en generar enunciados singulares y universales sobre las cosas, sus relaciones, sus cambios, la variación de sus dependencias funcionales y las leyes que rigen a dichas variaciones a partir de lo que ofrece la experiencia directa (es decir, la inducción) en base a lo cuál se infiere lo que no se ha experimentado a través de lo que si se ha experimentado (Husserl, 1907). Pero una vez que se generaliza a partir de los casos singulares es posible regresar otra vez a esos enunciados a partir de lo universalizado para encontrar nuevas explicaciones, entonces el pensamiento analítico nos permite deducir nuevas universalidades a partir de las universalidades ya desarrolladas anteriormente (Husserl, 1907). Tal y como le ocurrió a Einstein en su teoría de la relatividad, la cuál partió de nociones no experimentales y leyes básicas que permitían entender un conjunto de fenómenos a los cuáles la teoría newtoniana no había dado respuesta (Gil Antón, 1997).

Así, los científicos del siglo XIX tuvieron como finalidad la profesionalización de la actividad científica y el establecimiento de un método para el estudio de los fenómenos tanto naturales como histórico sociales que permitió sustituir el misterio y la casualidad por la razón y la causalidad. Los medios empleados, fueron, en cuanto a los mecanismos de generación de conocimiento, la

selección de problemas relacionados con el estudio de las causas que operan sobre la materia; así como los derivados de la aplicación de las leyes descubiertas hasta entonces, según se muestra en la Ilustración 6. Los conceptos usados fueron los contenidos en dichas leyes y los métodos de conocimiento estuvieron basados en el uso de hipótesis causales para dar sentido a lo observado y su puesta a prueba mediante la experimentación, es decir, para asegurarse de la correcta correspondencia entre la observación y lo observado y la correcta interpretación de lo observado.

Llama la atención que a diferencia de los científicos del siglo precedente, en el material bibliográfico revisado se encuentren escasas referencias hacia la relación que los científicos del siglo XIX establecieron con la sociedad, a excepción del ya mencionado respeto que las sociedades británica y alemana sentían por lo que llevará el epíteto de científico. Por ejemplo, Conan Doyle y Verne, como ya fue apuntado, popularizaron en sus novelas de fines del siglo XIX, la figura del científico como alguien curioso que utilizaba el razonamiento lógico para resolver situaciones difíciles; es decir, ya se había instaurado en el imaginario popular la idea de la utilidad del método científico.

¿Pero que ocurría en el resto de países donde ya se habían instaurado incipientes grupos de científicos como fue el caso de España y México? Debido al triunfo de la contrarreforma en España, el ejercicio la ciencia como forma de conocimiento, no fue aceptada por el gobierno español hasta la segunda mitad del siglo XVIII con la instauración de las reformas borbónicas (Fortes y Lomnitz, 1991). Es decir, que cuando los gobiernos monárquicos de varios países europeos ya habían incluso organizado a los científicos en sociedades, en vista de la utilidad práctica que entrevieron en el conocimiento científico; en España y en México, los eruditos apenas habían salido de la clandestinidad en la que realizaban su labor científica. En consecuencia, los científicos españoles y mexicanos siguieron realizando su labor en la erudición autodidacta durante el siglo XIX, aunque ya había sido dejada atrás por un sistema más eficiente, el de la profesionalización de la ciencia y su transformación en ciencia académica, en países como Alemania e Inglaterra (*Ibíd.*).

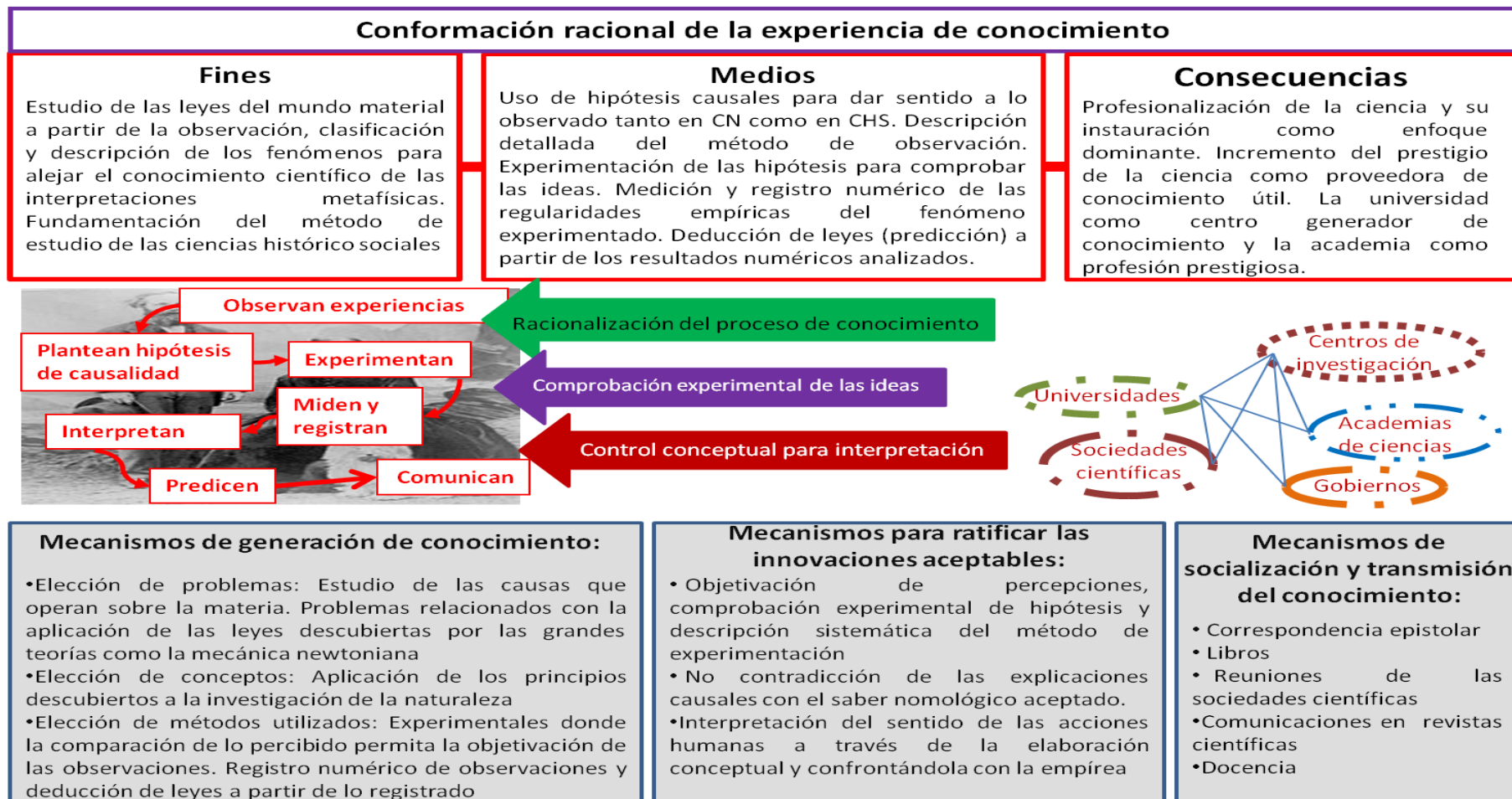


ILUSTRACIÓN 6. CLERK MAXWELL Y LA CIENCIA DEL SIGLO XIX. FUENTE: CLERK MAXWELL (2006), FORNES (1982), GIL ANTÓN (1997), HEISENBERG (2004), HUSSERL (1907), RINGER (1995), SÁNCHEZ (2006), WEBER (2007 Y 1971) Y WITTRICK (1996). ELABORACIÓN PROPIA.

El asentamiento del trabajo de los científicos determino el desarrollo de una organización social que a su vez construyo las condiciones adecuadas como los mecanismos de generación de conocimiento, de validación de las innovaciones y de difusión del conocimiento generado para la expansión de esta forma de conocimiento. Un resumen de la información contenida en la presente sección se encuentra en la Ilustración 6.

Planck y el cambio de siglo, la ciencia a principios del siglo XX

Para los científicos del siglo XIX, en el universo natural nada ocurría si algo no lo provocaba, este orden y previsibilidad permitían que existiera la posibilidad de que la ciencia los hiciera inteligibles y por lo tanto llegaría un día en que toda la naturaleza fuera conocida; se desvelara el orden natural y utilizara a la segunda para gobernar a la naturaleza, (Lindley, 2007 y Schrödinger, 1996). En la visión clásica de la ciencia del siglo XIX, los científicos estudiaban el mundo natural como un mecanismo complejo pero infalible que podían describir y prever por medio de la observación y descripción precisa (numérica) de los fenómenos (Lindley, 2007 y Planck, 1941). Es así, que el paradigma cuantitativo empezaba a asentarse como método dominante para estudiar y explicar el mundo.

A fines del siglo XIX, la física teórica presentaba la imagen de ser una estructura completa y perfectamente articulada; los trabajos de Hertz en óptica y electrodinámica perfeccionando la teoría de la luz de Maxwell, es decir, la de que las ondas luminosas eran electromagnéticas, le permitieron unificar éstos campos simplificando “hasta un grado ideal”, como lo mencionó Planck (1941), la mecánica newtoniana. Sin embargo, existían cuestiones que la teoría newtoniana no podía explicar, grietas que se presentaban en el impecable edificio de la física y que a la sazón impulsarían cambios que alterarían la dominancia de la teoría newtoniana pero también la forma de generar el conocimiento científico hasta entonces establecida, estos fenómenos serían los rayos catódicos, el movimiento electrodinámico, la medición de la energía radiante, el estudio de los átomos y el reconocimiento de la existencia de la

incertidumbre en los fenómenos físicos. (Heisenberg, 1977; Lindley, 2008; Murphy, 1941 y Planck, 1941).

La naturaleza de los rayos catódicos conduciría a la teoría de los electrones que junto con el estudio del átomo daría lugar a un fructífero campo de investigaciones que arribaría a la teoría atómica y nuclear (Planck, 1941). El movimiento electrodinámico por su parte conduciría al desarrollo de la teoría de la relatividad (*Ibíd.*). Las investigaciones sobre la dependencia que tiene la radiación hacia la temperatura dio como resultado la teoría cuántica y junto con ella el reconocimiento de la existencia de la espontaneidad en los fenómenos atómicos, que a su vez dio pie al principio de incertidumbre de Heisenberg (Murphy, 1941). La necesidad de que las investigaciones científicas se llevaran a cabo basándose solo en datos comprobables en la realidad surgió en la segunda mitad del siglo XIX, cuando los científicos positivistas buscaron dejar atrás las especulaciones metafísicas para asegurarse que el juego alternativo entre teorías y su comprobación experimental constituyera una garantía de que los resultados obtenidos eran confiables por un largo tiempo (Lindley, 2008 y Planck, 1941). Sin embargo, las teorías mencionadas líneas atrás en conjunto crearon las bases para un nuevo tipo de ciencia, donde ninguna ley física se consideraba segura, teniendo los físicos teóricos que estar abiertos al debate (Lindley, 2008).

El estudio de los átomos a fines del siglo XIX hizo que los científicos vieran la necesidad de incorporar cambios en dos cuestiones fundamentales en la concepción clásica de la ciencia, por un lado, el estudio de fenómenos que por su naturaleza diminuta no podían ser observados directamente por los científicos y por lo tanto su estudio tenía que basarse en suposiciones que bien podían caer en el plano metafísico o no comprobables en la realidad (*Ibíd.*). Por otro lado, hubo la necesidad de incorporar cambios en la generación de hipótesis para dar cabida a la generación de teorías que no estaban basadas en observaciones empíricas y que por lo tanto no podían ser comprobadas de esta misma forma; los científicos de la época tuvieron que aceptar el riesgo de caer en meras especulaciones sin una base real específica (Lindley, 2008).

El estudio de los rayos catódicos condujo a fundar la teoría electrónica al descubrirse que dichos rayos poseían carga eléctrica y tenían una velocidad determinada; al mismo tiempo el estudio de éstos rayos abrió las puertas para que se descubrieran los rayos X y las sustancias radioactivas (Planck, 1941). Al mismo tiempo el estudio de la longitud de onda de los rayos X condujo al descubrimiento de los electrones, como portadores de los rayos catódicos y de su vinculación con la química atómica, atribuyendo una estructura atómica a la electricidad como la que tiene la materia (*Ibíd.*). Los estudios anteriores llevaron a la idea de que toda la materia esta constituida por protones (o electricidad positiva), neutrones (electricidad negativa) y neutrones (donde ambos tipos de electricidad se unen), todas contenidas en el átomo y cuyo equilibrio da a la materia sus características específicas, por ejemplo sus propiedades químicas (*Ibíd.*).

Por otra parte, el estudio de los fenómenos electrodinámicos en los cuerpos en movimiento llevo a Hertz primero y luego a Lorentz a y a Einstein a formular investigaciones relacionadas con la influencia del movimiento sobre los fenómenos electrodinámicos, provocando que en 1905 surgiera la teoría de la relatividad especial de Einstein (*Ibíd.*). Lo más impactante de dicha teoría fue la hipótesis de que las dimensiones de espacio y tiempo no podían ser consideradas como independientes cuando se trataba de estudiar la velocidad de la luz en el vacío (*Ibíd.*). La teoría de la relatividad provoco que las leyes de la mecánica newtoniana sufrieran cambios, haciendo que surgiera la mecánica relativista como una ampliación y refinamiento de la mecánica newtoniana. Además la teoría de la relatividad logro la reunificación de dos conceptos el de la energía y la masa, haciendo que el segundo fuera considerado como parte del primero (*Ibíd.*).

La física cuántica por su parte surgió del estudio de la termodinámica, en específico la medición de la energía radiante en el espectro de emisión de cuerpos oscuros (*Ibíd.*). Los científicos anteriores a Planck habían logrado establecer la dependencia que la radiación tiene de la temperatura, el objetivo de Planck fue entonces estudiar la distribución de la energía en el espectro normal del calor radiante y su gran logro fue presentado ante la Sociedad Alemana de Física el 14 de diciembre de 1900 con el nombre de “Sobre la

distribución de energía en el espectro normal” donde daba cuenta de la función universal que explicaba la relación entre energía y temperatura, integrada en una fórmula para medir la energía radiante (Murphy, 1941). Planck denominó a su constante universal cuanto elemental de acción, porque al realizar el experimento de la radiación de cavidad, en el cual calentaba un cuerpo hueco hasta la incandescencia y luego dejaba salir un rayo de luz que analizaba en el espectroscopio se dio cuenta de que la energía radiante no es una corriente continua (*Ibíd.*). La energía radiante es emitida en cantidades determinadas o cuantos, que pueden ser expresados con números integrales, la medida siempre proporciona múltiples integrales de $h \nu$, donde ν es la frecuencia y h una cantidad universal ahora conocida como con el nombre de constante de Planck y cuyo valor es $6,55 \times 10^{-27}$ ergio-segundo. (*Ibíd.*).

La teoría cuántica fue aplicada en diversas direcciones, como por ejemplo la explicación de la constitución de la luz, donde Einstein demostró que la luz al igual que la radiación del calor es emitida en paquetes o cuantos llamados fotones (*Ibíd.*). Entre otros aspectos de la física, la teoría cuántica fue utilizada para explicar el calor específico de los sólidos, los efectos fotoquímicos de la luz y las órbitas de los electrones en el átomo (*Ibíd.*). En la descripción de la naturaleza con que entonces se contaba, la condición de los cuantos era lo que mantenía reunida a la materia impidiendo su pérdida de energía por la radiación (*Ibíd.*).

Por lo que respecta a la aceptación de la incertidumbre y por lo tanto de la probabilidad en el estudio de la física, esta puede ser hallada en el estudio de varios fenómenos como por ejemplo el movimiento browniano, la radiactividad y el funcionamiento de los electrones en el átomo (Lindley, 2008). El movimiento browniano fue observado por los usuarios de microscopios, quiénes al ir a hacer sus observaciones se dieron cuenta de que las partículas de materiales sólidos se movían erráticamente cuando se encontraban suspendidas en fluidos (*Ibíd.*). El movimiento browniano empezó a ser estudiado por Robert Brown quién en 1827 estudiando granos de polen al microscopio se dio cuenta que dichos granos se movían de un lado a otro al azar sin una causa aparente (*Ibíd.*). Fue el alemán Ludwig Wiener quién en 1863 relaciono el movimiento browniano con la teoría de los átomos,

planteando que el movimiento de las partículas en suspensión podía deberse a que al moverse los átomos invisibles del líquido empujaban a las partículas visibles en todas direcciones (*Ibíd.*).

En la segunda mitad del siglo XIX los físicos tenían una idea de lo pequeñas que eran las partículas llamadas átomos, por lo que comenzaron a considerar su estudio y conocimiento individual no sólo inalcanzable sino absurdo, por lo que recurrieron a descripciones estadísticas para conocer las probabilidades de su comportamiento aleatorio (*Ibíd.*). Por ejemplo, las aplicadas por Clerk Maxwell para describir a los átomos, constituyentes de un volumen de gas en aceleración y colisión continua (*Ibíd.*).

Mucho tiempo después, Albert Einstein aplicó principios estadísticos para cuantificar el movimiento de las partículas en suspensión, logrando con esto caracterizar más claramente el movimiento browniano (*Ibíd.*). La investigación anterior fue una de las que Einstein publicó en su *annus mirabilis* de 1905 (*Ibíd.*). Además, el estudio de los átomos, también permitió que las teorías se elaboraran considerando deducciones que utilizaban elementos a los que no se podía llegar de forma experimental y que solo podían ser descritos estadísticamente (*Ibíd.*). Así, el razonamiento estadístico permitió a los físicos llevar a cabo estudios cuantitativos sobre el comportamiento de los átomos, a costa de reconocer que aunque era probable que las cosas sucedieran en un sentido y dirección, también podían presentarse casos remotos en que no ocurrieran de ese modo (*Ibíd.*). Fue entonces cuando el paradigma cuantitativo adquirió pleno reconocimiento, al permitir la estadística el estudio de fenómenos cuya causalidad no estaba muy clara y por lo tanto la seguridad de una explicación científica causal tampoco.

La cuestión de la causalidad como postulado indispensable de toda investigación científica empezó a ser revisada a partir del estudio de los átomos, pues aunque se siguiera considerando a la naturaleza como determinista, se había empezado a aceptar que la capacidad del hombre para descubrir esas determinaciones era muy limitada, por lo que la ciencia se tendría que conformar con un conocimiento incompleto (estadístico) acerca del

diseño del mundo, aunque esperando con toda legitimidad llegarlo a comprender en su totalidad (*Ibíd.*).

En relación a este punto, Heisenberg (1977) relata que se había dado un cambio en la concepción de la naturaleza, la cuál se pensaba que tenía un curso determinado que los físicos podían observar e intentar entender; la teoría cuántica planteaba que debido a las muchas posibilidades que podían conducir de los hechos posibles a los hechos probables la naturaleza tenía que ser estudiada estadísticamente, para poder predecirla.

La contribución de los científicos de ese tiempo fue reconocer la necesidad de imaginar sucesos y condiciones contrarios al principio causal conocido para enriquecer a la ciencia con nuevas ideas (Einstein, 1941). La visión imaginativa permitía plantear hipótesis que luego debían ser confrontadas por medio de investigación experimental, los resultados de dichos experimentos debían ser interpretados a partir de deducciones lógicas para elaborar teoría con la esperanza de descubrir las leyes que rigen el fenómeno natural en estudio (Planck, 1941). En opinión de Einstein (1941), no existía, ni existe un camino lógico que le permita al investigador transformar sus observaciones en principios que rigen las leyes con las cuáles se maneja el mundo. La intuición juega un papel muy importante en éste proceso, pero la intuición debe ir acompañada de un sentido para el orden que permita organizar tanto lo percibido por los sentidos como lo ideado por la mente (*Ibíd.*).

Otra característica de la física de los tiempos de Planck fue que los científicos tuvieron que aceptar que el conocimiento científico generado no podía representar la totalidad del mundo; pues debía asegurar

“la pureza, claridad y exacta correspondencia entre la representación y la cosa representada[, aunque éstos siguen aspirando legítimamente a comprender la realidad en su totalidad]” (Einstein, 1941:11).

La imagen del mundo formada así por los físicos teóricos debía estar basada en

“una exactitud escrupulosa y una coherencia lógica que sólo el lenguaje de las matemáticas puede expresar” (*Ibíd.*: 11).

Las mediciones son una representación de las reacciones a los fenómenos físicos, que los científicos debían interpretar de acuerdo a un sistema de reglas; estas reglas estaban constituidas por las leyes que los científicos aceptaban para elaborar síntesis de conceptos y teoremas que en conjunto integraban la imagen científica del universo físico (Planck, 1941).

La ciencia académica, que desde principios del siglo XIX se había establecido como régimen epistémico dominante en las universidades y centros de investigación de Europa y Estados Unidos, amplió grandemente su influencia al masificarse la educación superior a fines del siglo XIX en dichos países, ante la gran demanda de profesionistas que las modernas sociedades industriales europeas requerían, como ya fue antes apuntado (Ringer, 1995). Los científicos que trabajaban en dichas instituciones tuvieron por lo tanto una alta demanda tanto para formar a los miles de estudiantes que ingresaban a las universidades como para el desarrollo de investigaciones que acrecentarían el conocimiento científico (Wittrock, 1995); además, los científicos disponían de recursos para contratar asistentes, para sostener los gastos de la investigación y para mantener a estudiantes avanzados (Geiger, 1996). Por ejemplo, Planck trabajó como Privat Dozent en la Universidad de Munich, después, en 1885 fue nombrado profesor de física en la Universidad de Kiel y en 1892 fue el sucesor de Kirchhoff en la Universidad de Berlín (Murphy, 1941).

Por otra parte, varios gobiernos vieron la necesidad de crear instituciones de investigación que trascendieran la estructura de las universidades para el desarrollo de investigaciones que no fueran obstaculizadas por las tareas educativas, como la Kaiser Wilhelm Gesellschaft (KWG) creada en Alemania a fines del siglo XIX (Wittrock, 1995). En dicho país fueron creados entre 150 y 200 nuevos institutos de investigación entre la Guerra Franco-Prusiana y la Primera Guerra Mundial (*Ibíd.*).

Al incrementarse el número de científicos, éstos continuaron organizándose en las respectivas academias de ciencias, pero también en una gran cantidad de sociedades científicas, como la Sociedad de Científicos y Físicos Alemanes de Leipzig, la Sociedad Alemana de Física, etc. (Lindley, 2008 y Murphy, 1941). Dichos científicos se reunían, ya sea por medio de la organización de

conferencias, grupos de discusión o congresos para discutir sus investigaciones, es decir, los mecanismos de socialización y transmisión del conocimiento empezaron a ser predominantemente académicos. Heisenberg (1977) relata que una buena parte del análisis de los problemas derivados de la teoría de la relatividad fueron discutidos durante las conversaciones que se dieron, en las reuniones académicas organizadas por los líderes de los respectivos grupos de investigación, entre los integrantes de los diversos grupos que trabajaban sobre el tema y que estaban radicados en diferentes instituciones y países, Por ejemplo, dichas conversaciones se dieron durante el Bohr Festspiele celebrado en junio de 1922 donde Niels Bohr fue invitado a Göttingen a impartir una serie de conferencias (Lindley, 2008). Ocurrió lo mismo cuando Schödinger planteó la mecánica ondulatoria y Bohr lo invitó a Copenhague durante dos semanas para discutir la interpretación de la teoría cuántica (Heisenberg, 1977). También estas discusiones se llevaron a cabo, cuando Sommerfeld leía en el seminario que impartía en Munich los extractos más importantes de las cartas que Einstein le enviaba para provocar la discusión de sus estudiantes (*Ibíd.*).

Con el paso del tiempo, la necesidad de publicar los resultados de las investigaciones de forma más rápida para dejar constancia de las prioridades de los descubrimientos y el alto costo de la impresión, fue haciendo que la publicación en revistas especializadas tuviera más pertinencia para difundir el conocimiento generado (Chitto, 1996). Sin embargo este proceso, se fue instaurando lentamente, por ejemplo en 1923 el Physical Review de Norteamérica se había convertido en la publicación de física más importante en Estados Unidos, pero los científicos europeos apenas la conocían (Lindley, 2008). Así, la producción de revistas científicas creció de manera significativa al aumentar el número de investigadores que solicitaban la publicación de su trabajo, diversificándose también al entrar los editores comerciales, las universidades y los estados como editores de las revistas científicas (Chitto, 1996).

Aunque en épocas pasadas la ciencia había contribuido al desarrollo económico y social de los estados, fue durante la segunda mitad del siglo XIX cuando fue utilizada en todos los ámbitos productivos para generar riqueza, tal

fue el caso de Alemania cuyo desarrollo vertiginoso a partir de mediados del siglo XIX se atribuye entre otros factores a la relación directa que se estableció entre investigación y producción (Ringer, 1995). La vinculación entre laboratorios universitarios e industria que formó parte del modelo de desarrollo alemán tuvo como consecuencia la integración de un sistema universitario que contribuyó al desarrollo técnico industrial, logrando la conjunción de intereses entre la ciencia, la técnica, la industria y la economía (Rebok, 2010). La ciencia se convirtió entonces en un sistema sometido a procesos de producción racional en los que la eficacia permitía obtener primas (Weber, citado por Wittrock, 1996). La información anteriormente descrita deja ver que algunas sociedades, como la alemana y posteriormente la estadounidense, lograron relacionar el patrón de ciencia académica con un patrón tecnocrático de gobierno, aprovechando así los avances que el conocimiento científico podía ofrecer (Wittrock, 1996). De esta manera, el conocimiento generado en la ciencia académica fluyó hacia la sociedad en el campo productivo, y posteriormente en el campo social, convirtiendo a la ciencia académica en proveedora de conocimiento y a la sociedad en usuaria de dicho conocimiento.

El vínculo anteriormente descrito, se convirtió en el patrón dominante de relación entre la ciencia y la sociedad; sin embargo, no todas las sociedades que pusieron en práctica este camino lograron los mismos resultados, como fue el caso de la sociedad española y mexicana, casos de estudio de la presente investigación. Por ejemplo, ¿Cómo influyó el respeto y el reconocimiento que existía por parte de las sociedades británica y alemana hacia la ciencia para que se dieran los flujos de conocimiento antes mencionados?, ¿En qué medida los gobiernos mencionados pudieron implementar medidas que aprovecharan el flujo de conocimiento proveniente de la ciencia académica hacia el sector productivo y social? o ¿Cómo se involucraron los científicos alemanes y británicos en la implementación de tales medidas?

Cómo ya se apuntó, el modelo universitario alemán concibió como un solo proceso la docencia y la investigación desde la fundación de la Universidad de Berlín en 1810 (Wittrock, 1995); es decir, formó y lo sigue haciendo, a estudiantes que no sólo tienen acceso al conocimiento científico, sino que son capaces de utilizarlo en la generación del conocimiento necesario para resolver

los problemas de su ejercicio laboral, ¿Tiene algo que ver esta cuestión con todo lo anteriormente descrito?

El conocimiento de las partículas atómicas y subatómicas y la interacción de los fenómenos cuánticos requirieron modificar el patrón de generación de conocimientos pues hubo la necesidad de incorporar a dicho método la creación de hipótesis sin base experimental y el razonamiento estadístico para el estudio de los fenómenos mencionados. Así la finalidad que persiguieron los científicos durante esta época fue ajustar el método para poder estudiar fenómenos que podían caer en el campo de la metafísica como los fenómenos no observables por su tamaño diminuto o fenómenos surgidos de la especulación teórica no comprobables en la realidad, tal como se observa en la Ilustración 7.

Modificar el contenido de una teoría es sumamente difícil cuando sus dogmas teóricos están fundados en una síntesis del pensamiento coherentemente elaborada desde el punto de vista de la lógica y sobre todo porque la alteración de una de sus partes trae como consecuencia el derrumbamiento de todas las restantes (Planck, 1941). Esto fue lo que ocurrió con la teoría newtoniana, la cuál tuvo que ser modificada por la presión externa que significó el

“cuerpo de teorías perfectamente construida y firmemente consolidado merced a los estudios experimentales [de las teorías de la relatividad y la teoría cuántica]” (Planck, 1941: 45).

Y en éste sentido, el medio utilizado por los científicos de la época de Planck fue precisamente un proceso iterativo que transcurría entre la construcción de ideas sobre el probable funcionamiento de una parte de la teoría que no había sido explicado y fundamentado suficientemente y su comprobación, ya fuera matemática o experimentalmente y un regreso a la teoría una vez que se comprobaba la fiabilidad del conocimiento generado. Los relatos que las autobiografías y escritos filosóficos de varios de los protagonistas de la creación de la física cuántica y la teoría de la relatividad así lo comprueban; del mismo modo que las biografías que sobre ellos se han escrito (Heisenberg, 2004 y 1977; Lindley, 2008; Navarro, 2007 y Planck, 2001 y 1944).

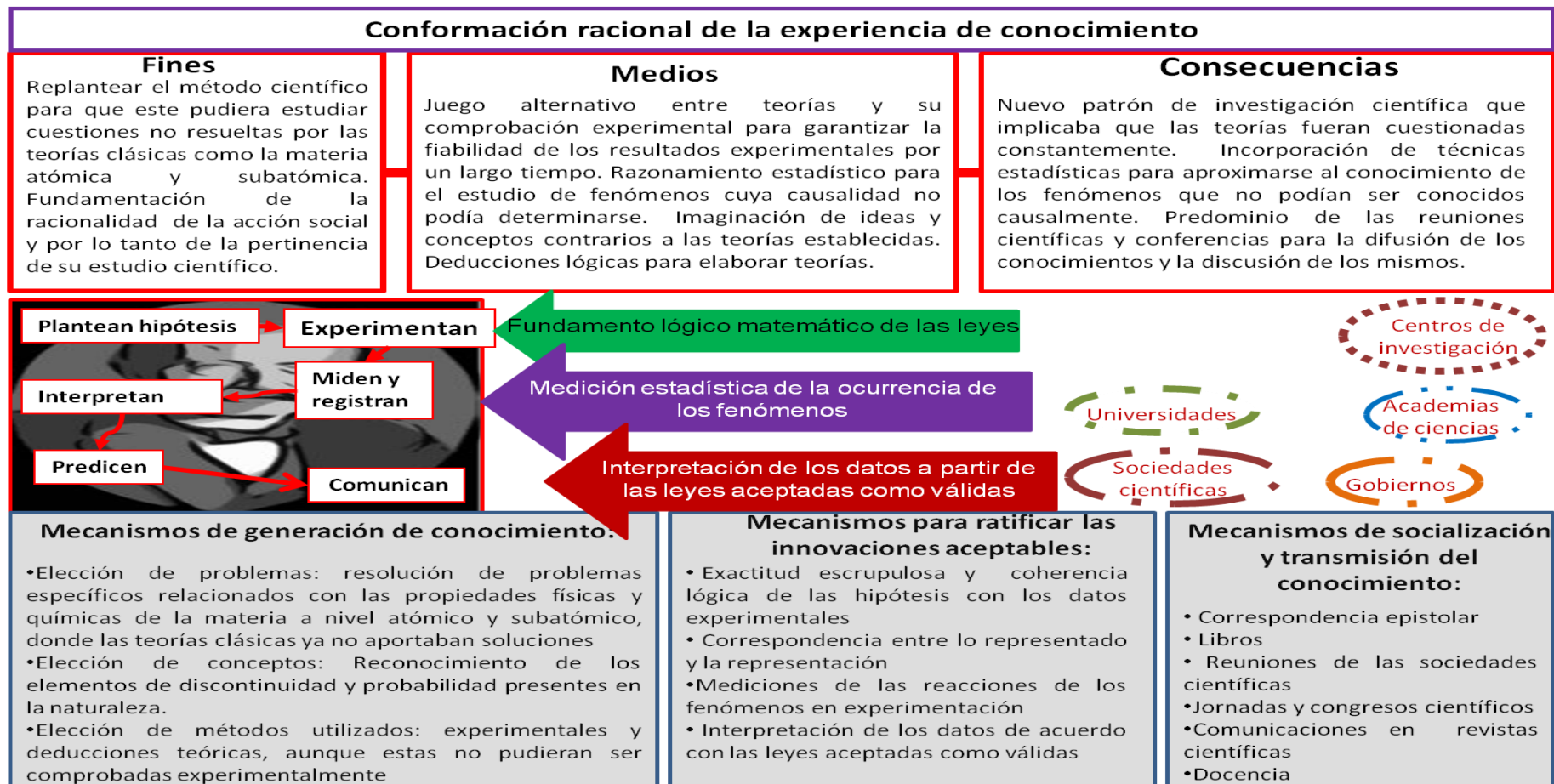


ILUSTRACIÓN 7. MAX PLANCK Y LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN EL CAMBIO DE SIGLO. FUENTE: BOISIER (2005), CHITTO (1996), EINSTEIN (1941), GEIGER (1996), HABERMAS (1986), HEISENBERG (1977), LINDLEY (2007), MURPHY (1941), PLANCK (1941), REBOK (2010), RINGER (1995), SCHRÖDINGER (1996) Y WITTROCK (1995). ELABORACIÓN PROPIA.

Pero la incorporación de las innovaciones arriba mencionadas provocó que las teorías se volvieran más susceptibles de ser cuestionadas, lo que llevo a su vez a generar una gran profusión de congresos y reuniones científicas para discutir la validez del conocimiento generado, es decir al uso de mecanismos de distribución social del conocimiento sólo con fines académicos (*Ibíd.*). Así, los cambios provocados en la física determinaron una parte importante de los mecanismos para validar lo que se consideraba como innovaciones aceptables, así como los mecanismos para difundir dichas innovaciones. La ciencia académica en éste sentido, consolido la comunicación especializada del conocimiento generado, convirtiéndose esta forma en prácticamente la única de socializar y transmitir dicho conocimiento, como se apunta en la Ilustración 7. En la mencionada Ilustración 7 se expone una esquematización de la información contenida en la presente sección, basándose en el análisis de dicha información es posible inferir que fue la necesidad de replantear el método de conocimiento lo que provoco los cambios en la organización social que para la generación de conocimiento científico se había instaurado durante el siglo XIX.

Feynman y la gran ciencia

Después de la Segunda Guerra Mundial la acumulación de conocimiento científico creció espectacularmente ante el incremento del personal dedicado a generarlo y de los recursos de que disponían para hacerlo (Wittrock, 1995). La Segunda guerra mundial permitió a los gobiernos ser conscientes del potencial que el conocimiento científico tenía para aumentar la productividad del sector productivo y por lo tanto la generación de riqueza, pero sobre todo para el sector militar y de defensa, pues la creación de la bomba atómica demostró los alcances de dicho potencial (*Ibíd.*).

Es precisamente después del lanzamiento de la bomba atómica en 1945 que el gobierno estadounidense se dio cuenta del potencial que la investigación científica tenía para el desarrollo de su país, el presidente Truman reconoció que la relevancia de Estados Unidos en el mundo dependía directamente de cómo se desarrollara la investigación científica coordinadamente entre la

academia, la industria y el gobierno (Navarro, 2007). El gobierno estadounidense, a partir del informe “Ciencia: la frontera interminable” emitido por la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo (OSRD) se dio a la tarea de crear la Comisión de Energía Atómica, la Oficina de Investigación Naval y la Fundación Nacional de la Ciencia para impulsar el desarrollo de la investigación científica en Estados Unidos (Navarro, 2007 y Wittrock, 1995).

Los laboratorios creados para la construcción de la bomba atómica como Los álamos, Argonne, Brookhaven, Oak Ridge y Berkeley, no solo no fueron desmantelados al terminar la guerra sino que fueron potenciados, transformándolos en laboratorios nacionales que hasta la fecha siguen realizando importantes investigaciones en física (Navarro, 2007). Éste tipo de laboratorios dieron inicio a la denominada gran ciencia (Big Science), debido a que se necesitaban grandes cantidades de recursos para hacerlos funcionar y solamente el Estado o grandes compañías podían financiar dicha investigación (*Ibíd.*).

Las fundaciones empezaron a apoyar también el desarrollo de investigaciones, y las industrias comenzaron a contratar investigadores para la resolución de sus problemas. Todo lo anterior transformó las circunstancias en que se realizaban las investigaciones en las universidades (Geiger, 1996). Las universidades y demás instituciones educativas donde laboraban los científicos fueron transformadas en universidades de investigación y algunas en empresas de investigación con los fondos aportados por los estados, las fundaciones y la industria, así como por el aumento de las matriculas provenientes de la educación pregraduada ante la expansión de la educación superior que se dio en la mayoría de los países industrializados a partir de la última década del siglo XIX y en muchos países subdesarrollados después de los años sesenta, como ya fue apuntado en secciones pasadas (*Ibíd.* y Fortes y Lomnitz, 1991).

Otra consecuencia de la masificación de la educación superior fue la incorporación al sector productivo de una mayor cantidad de personas bien cualificadas para entender e incorporar el conocimiento científico generado en las universidades e institutos de investigación lo que trajo como consecuencia que industrias y empresas utilizaran dicho conocimiento como ventaja

comparativa frente a sus competidoras (Geiger, 1996 y Gibbons, *et al.*, 1995). Así, industrias y empresas empezaron a utilizar a la innovación técnica como factor de producción y ventaja comparativa por lo que el sector productivo empezó a incorporar a la generación de conocimiento científico programático y su transformación en innovaciones técnicas como elemento importante de sus formas de producción, creándose incluso departamentos y ramas de investigación en las industrias más importantes (*Ibíd.*).

Cabe apuntar que el proceso histórico antes descrito, fue llevado a cabo en los países cuyos sistemas de ciencia y técnica se habían consolidado durante el siglo XIX, como fueron la mayoría de los países europeos y por lo tanto estaban en posibilidades de proveer con un fuerte flujo de conocimiento científico al sector productivo de dichos países (Geiger, 1996). En España y México, recuérdese que fue hasta la segunda mitad del siglo pasado que la función investigadora fue incorporada a las universidades, por lo cuál el desarrollo de sus sistemas de ciencia y técnica ocurrió tardíamente (Fortes y Lomnitz, 1991). Algunos autores señalan que dicho retraso en la conformación de los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano es la causa de que el flujo de conocimiento científico no haya llegado de manera adecuada al sistema productivo (*Ibíd.*); sin embargo, ¿Es adecuada esta interpretación?

A medida que el conocimiento científico ha ido incrementándose, también ha aumentado la especialización de las investigaciones que se llevan a cabo para seguir generando más conocimiento científico (Gibbons, *et al.*, 1995). Consecuencia de lo anterior ha sido el incremento de las especializaciones organizadas en comunidades o subcomunidades científicas con prácticas de investigación características y modos de comunicación específicos tanto internos como externos (Gibbons, *et al.*, 1996). Otra consecuencia de la especialización en la generación de conocimiento la constituye la aceleración del ritmo de la división académica del trabajo superando incluso al de la división social del trabajo (Clark, 1996). Un claro ejemplo de lo anterior, lo constituye la biología la cuál ha incrementado enormemente sus especializaciones, disciplinas o subdisciplinas como se puede ver en la Ilustración 8.

La utilización de fondos para el financiamiento de la investigación científica es una de las cuestiones que más ha influenciado en estos cambios, pues dichos fondos han dirigido la investigación que los científicos realizan hacia propósitos cada vez más pragmáticos dejando de lado la generación de conocimiento primario (Geiger, 1996 y Gibbons, *et al.*, 1997). Además de lo anterior, la financiación ha traído como consecuencia que la competencia entre los grupos de investigación se intensifique, ya no sólo por ver quién genera primero los descubrimientos (elemento crucial para determinar qué se publica y qué no) sino cómo esto se transforma en puntos favorables para obtener más financiaciones (Gibbons, *et al.*, 1997). La búsqueda de financiamientos ha provocado además que los científicos elaboren protocolos o proyectos de investigación para presentar sus ideas a los potenciales financiadores; lo que se ha convertido en una característica más de la forma de generar conocimiento científico durante la etapa de la gran ciencia (Silva, 1997).

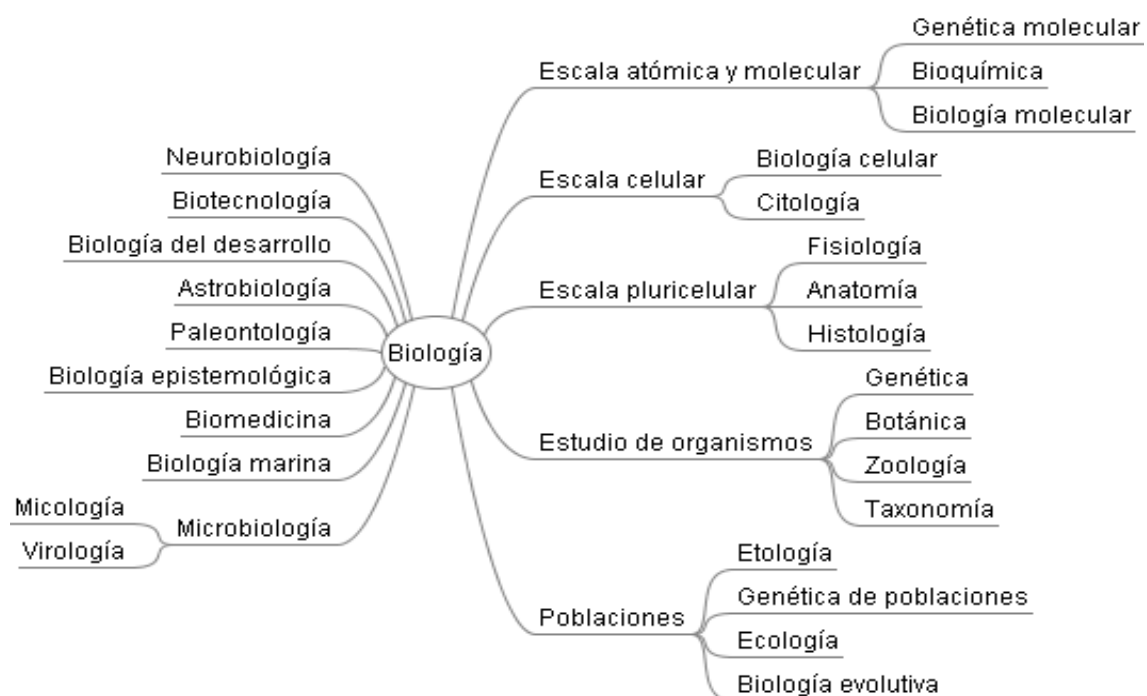


ILUSTRACIÓN 8. DISCIPLINAS Y SUBDISCIPLINAS DE LA BIOLOGÍA. FUENTE: WIKIPEDIA, 2011. ELABORACIÓN PROPIA

Así, los investigadores han tenido que equilibrar su necesidad de trabajar sobre problemas intelectualmente interesantes que hagan avanzar la frontera del conocimiento científico y que al mismo tiempo logren captar la atención, tanto de los encargados de asignar las financiaciones, como de los otros colegas que

laboran en el mismo campo de conocimiento (Gibbons, *et al.*, 1995). En la medida en que un problema de investigación recibe mayor atención también es más fácil obtener financiamiento para investigarlo (*Ibíd.* y Latour y Woolgar, 1995).

Los cambios que sufrió la física luego de las revoluciones cuánticas y relativistas se pueden revisar en el trabajo de investigación que Richard Feynman desarrollo. Para dicho investigador, el trabajo de la física era reducir las complejidades por medio de la invención de las relaciones aproximadas entre las partículas existentes, dando pie al establecimiento de los principios que rigen dichas relaciones (Feynman, 1980). Los principios a su vez tienen su soporte en teorías con las cuáles deben ser coherentes; sin embargo, la acumulación de teorías y principios ha dado como resultado que muchos de esos principios sean mutuamente inconsistentes (*Ibíd.*). Por ejemplo,

“si tomamos la mecánica cuántica, más la relatividad, más la proposición de que todo tiene que ser local, más una serie de supuestos tácitos, da la impresión de que se tropieza con una inconsistencia, porque cuando calculamos el valor de ciertas cosas obtenemos un valor infinito ¿Y si obtenemos un valor infinito, cómo podemos decir que el resultado concuerda con la naturaleza?” (Feynman, 1980:134-135).

La forma de generar conocimiento científico en la época de Feynman puede ser ejemplificada por medio de los pasos que él plantea que se siguen para la búsqueda de una ley y que en esencia mantienen el mismo camino establecido en la época de Planck (*Ibíd.*). Primero se imagina la ley, luego se calculan las consecuencias de la idea que hemos imaginado para ver cuáles serían dichas consecuencias. Posteriormente se comparan los resultados de los cálculos hechos con lo que se sabe experimentalmente o por experiencia acerca de la naturaleza para comprobar su concordancia (*Ibíd.*). Si los cálculos están en desacuerdo con los experimentos la conjetura debe ser desechada ya que lo que cuenta en física es que las ideas sean confirmadas por su funcionamiento en la naturaleza como ya lo había expresado Heisenberg (2004).

El trabajo en los laboratorios científicos es otro buen ejemplo de cómo se lleva y se lleva a cabo la generación de conocimiento científico durante la etapa de la gran ciencia (Latour y Woolgar, 1995). En el estudio antropológico que

realizaron Latour y Woolgar (1995) en el Instituto Salk de Estudios Biológicos, de California, EUA dan cuenta de cómo se realizaba la investigación científica en éste tipo de instituciones de investigación, donde los bioensayos son el núcleo fundamental de la actividad investigadora; los investigadores utilizan los bioensayos para

“aislar, caracterizar, sintetizar y entender los modos de actuar de los [fenómenos en estudio]” (Latour y Woolgar, 1995: 67).

Un bioensayo se diseña en función de las sustancias que se desea analizar o aislar, para lo cuál se manipulan animales a los cuáles se les inyectan y extraen sustancias; dichas sustancias son almacenadas en tubos que luego son analizados con aparatos que producen hojas con cifras que luego son introducidas en los ordenadores para ser analizadas nuevamente y producir mas hojas con cifras o con figuras que dan cuenta del resultado de los experimentos (*Ibíd.*). Un bioensayo es un aparato de inscripción gráfica porque transforma las observaciones o los resultados de la experimentación en información representada por gráficos; por ejemplo, las hojas de cifras que salen de los aparatos que analizan las sustancias involucradas en el bioensayo, que puede ser utilizada para integrar las comunicaciones científicas, el objetivo del trabajo científico en la actualidad (*Ibíd.*).

Los diagramas como los elaborados por Feynman para explicar sus teorías sobre la electrodinámica son aparatos de inscripción gráfica que permiten representar las ideas del investigador para que otros colegas las comprendan, tal como ocurrió con Freeman John Dyson, quién realizó una síntesis del trabajo generado por Schwinger incorporando las ideas de Feynman (Navarro, 2007). En opinión de Dyson, una de las ventajas de la teoría de la electrodinámica cuántica de Feynman fue la simplicidad de sus diagramas lo que la hacía más utilizable; estos diagramas fueron conocidos primero como los “grafos de Dyson” y luego como “diagramas de Feynman” (*Ibíd.*). La ciencia se transformó así en una cultura gráfica donde la exposición de las ideas se hizo fundamentalmente por medio de tablas, gráficas y figuras que apoyaban las argumentaciones científicas y que con el tiempo fueron consideradas como pruebas de la validez del conocimiento que representaban (Latour y Woolgar, 1995).

En física, por ejemplo, en la época de Feynman la forma normal de resolver los problemas abordados era mediante métodos gráficos, aunque había físicos que preferían métodos algebraicos como Schwinger (Navarro, 2007). Para Feynman

“la visualización es, de una u otra forma, una parte vital de mi pensamiento [...], cuando pienso en el espín de un electrón en un átomo, veo un vector y veo una Ψ escrita en algún sitio [...] veo todo el tiempo imágenes asociadas con lo que estoy tratando de hacer” (Feynman, 2000; citado por Navarro, 2007: 130).

Los aparatos de inscripción gráfica se convirtieron en partes fundamentales de los mecanismos de validación y aceptación del conocimiento científico, puesto que al transformar las observaciones en una figura o diagrama directamente utilizable por parte del investigador, objetivan dichas observaciones y le permiten al investigador presentar sus observaciones transformadas en inscripciones (Latour y Woolgar, 1995). Por ejemplo, en el caso de los bioensayos, se considera que las inscripciones gráficas están en relación directa con las sustancias originales a las que representan objetivamente, las inscripciones son consideradas como indicadores directos de la sustancia estudiada (*Ibíd.*).

Otro cambio fundamental en la forma de generar conocimiento científico consistió en la importancia que se le dio a la estadística para identificar las regularidades empíricas observadas en los fenómenos estudiados y explicar la causalidad de dichas regularidades, a través de la determinación de la influencia que tienen las variables independientes sobre las dependientes por medio de estudios experimentales u observacionales (Box, *et al.*, 2008). Aunque la estadística se utilizó desde hace milenios para analizar los datos de los estados, como el pago de tributos, la producción de alimentos, el número de habitantes, etc., en ciencia, la teoría de probabilidad empezó a ser utilizada por Christian Huygens en 1657 (Rivadulla, 1991).

Durante mucho tiempo Einstein estuvo en desacuerdo con Heisenberg y Max Born en relación al fundamento filosófico de la nueva mecánica cuántica y en particular con la interpretación estadística que Born y Heisenberg hicieron a

partir del principio de incertidumbre creado por este último (Heisenberg, 2004). Para este último autor,

“...en la estadística [estaba]... en juego nuestro incompleto conocimiento de un sistema” (Heisenberg, 1980:124).

Aunque Einstein había utilizado esta herramienta en un trabajo realizado en 1918 se negaba a dar una importancia esencial a esta herramienta, de ahí su frase de “Dios no juega a los dados”.

La estadística se volvió dominante como herramienta para simplificar y acelerar la generación, verificación y el desarrollo de nuevas ideas; incluso se llegó a pensar que en el futuro el razonamiento estadístico sería tan necesario como saber leer y escribir para ser un buen ciudadano (H. G. Wells; citado por Tapia, 1997) La aplicación de los métodos estadísticos al diseño de experimentos y al análisis de la información por ellos generada aumentaron la eficiencia del método científico; a tal grado que en la actualidad el razonamiento estadístico es uno de los criterios fundamentales para determinar la validez de una investigación, es decir, si el planteamiento estadístico de la investigación es correcta y se han aplicado los controles adecuados a la misma, entonces dicha investigación es aceptada como válida (Box, *et al.* 2008).

El uso de la estadística como elemento que determina la validez del conocimiento generado ha llevado a muchos investigadores a aplicar las técnicas estadísticas sin entenderlas, ya que de otra forma su investigación puede ser descalificada; por lo tanto busca en la estadística el aval que un trabajo de investigación con rigurosidad lógica debería procurarle (Silva, 1997). Así, la estadística, junto con las inscripciones gráficas se han convertido para muchos investigadores en apoyo para presentar el conocimiento generado, más que en herramienta para comprenderlo y valorarlo (Latour y Woolgar, 1995 y Silva, 1997). En consecuencia, se hace más necesaria que nunca, la discusión que los científicos tienen que dar con respecto a la subordinación de los fines a los medios; en éste caso la sujeción de los objetivos de la generación de conocimiento científico al uso de métodos de investigación y comunicación que son considerados como más válidos que otros, y por lo tanto

aumentan las posibilidades de los científicos de poder publicar sus investigaciones.

La competencia, por otro lado, hizo que el trabajo producido por los científicos tuviera que ser evaluado, para asignar las oportunidades más valiosas a las cátedras más productivas y a las investigaciones más reconocidas (Silva, 1997). En 1906 James Mckeen Catell empezó a editar en EUA un directorio biográfico de los científicos más reconocidos de su tiempo con la idea de determinar las circunstancias que promovían o dificultaban el avance de la ciencia (Van Noorden, 2010). Mckeen utilizó el juicio de expertos para evaluar algunos indicadores como la calidad, el impacto o el prestigio de los científicos y así valorar el esfuerzo hecho por ellos (*Ibíd.*). El esfuerzo hecho por Mckeen evoluciono al disponerse cada vez más de información sobre el principal producto medible de la actividad científica, las comunicaciones científicas hechas en revistas especializadas.

Ejemplo de la continuidad de la idea de Mckeen lo constituye el trabajo del lingüista Eugene Garfield, quién empezó a indexar la literatura científica utilizando tarjetas perforadas, para dar seguimiento a las citas que las publicaciones hechas por los científicos recibían en otros trabajos científicos, creándose así la idea del impacto de la ciencia (*Ibíd.*). Idea que priva hasta nuestros días, pues se supone que una mayor cantidad de citas provee un mayor impacto (entre la comunidad científica) del trabajo científico, tal y como lo demostró el mismo Garfield a través de la investigación hecha por su Instituto de Investigación Científica (ISI por sus siglas en inglés) del impacto científico de los premios nobel, quiénes publicaron en promedio cinco veces más que otros científicos y tuvieron entre 30 a 50 veces más citas que el promedio de los otros científicos (*Ibíd.*). De esta forma Garfield dio inicio a lo que posteriormente se llamo bibliometría o el análisis de la ciencia a partir de la medición de las publicaciones que los científicos generaban para comunicar el conocimiento científico (Vessuri, 1992).

La bibliometría se estableció a partir de los años sesenta como el enfoque dominante para analizar a la ciencia y en base a ello asignar presupuestos, reconocimientos y definir prioridades de investigación en todo el mundo

(Vessuri, 1992). La producción científica de los investigadores, las instituciones donde laboran y aún del sistema de ciencia y técnica de un país fue medido por el número de los artículos publicados por los investigadores en revistas especializadas (*Ibíd.*). Posteriormente, cuando el indicador referido fue sobrepasado por el gran número de publicaciones con muy variada calidad, las instituciones de evaluación empezaron a evaluar el nivel de impacto de las publicaciones hechas, aunque en realidad el factor de impacto se refiera a la evaluación del impacto de la revista y no del trabajo individual de los científicos, ya que para calcularlo se divide el número de veces que las revistas analizadas por ISI han citado durante un año determinado artículos publicados por la revista X en los dos años anteriores entre el número de artículos publicados en la revista X durante los dos años anteriores (Biblioteca de la Universidad de Zaragoza, 2011)

Más recientemente se está empezando a medir el esfuerzo individual de publicación que realiza cada investigador a través del índice h (propuesto por Jorge Hirsch en 2005 en la Universidad de California), que consiste en cuantificar tanto el número de publicaciones como el número de citas que recibe cada publicación (Braun y Dióspatonyi, 2005; Glänzel y Persson, 2005, y Vessuri, 1992). Para calcular el índice h, se ordenan las publicaciones hechas por un investigador de acuerdo al número de citas recibidas en orden descendente, se numeran las publicaciones y se identifica el punto en el que el número de orden coincide con el número de citas recibidas, este número constituye el índice h (Biblioteca de la Universidad de Sevilla, 2011).

En la medida en que las revistas científicas se convirtieron en la forma predominante de comunicar el conocimiento científico generado, estas empezaron a implementar la revisión por pares como el mecanismo de control y detección que les permitieran garantizar la calidad de lo publicado (Braun y Dióspatonyi, 2005). La revisión por pares en conjunto con la utilización de la bibliometría para la evaluación de los investigadores ha ocasionado que los consejos editores de las revistas tengan gran influencia sobre lo que se investiga en la ciencia académica (*Ibíd.*). El mecanismo de control que ejercen los consejos editoriales de las revistas determina qué es aceptado para publicar y esta decisión no sólo depende de la calidad científica de las

contribuciones, también pasa por la selección de los temas que se considera importante investigar, así como por el enfoque científico que es aceptado como correcto para llevar a cabo dicha investigación (*Ibíd.*). En la ciencia académica actual, los investigadores dependen de los sistemas de evaluación para recibir salarios más o menos sustanciosos y los sistemas de evaluación están basados en la bibliometría principalmente, por lo tanto dependen de lo que los editores aceptan o no publicar (*Ibíd.*).

En este sentido, el poder con que cuentan los consejos editoriales se ha convertido en un factor decisivo en el sistema de auto organización de las ciencias (*Ibíd.*). Los mecanismos de generación de conocimiento científico basados en la resolución de problemas disciplinares en interacción con los mecanismos de revisión por pares para ratificar la validez del conocimiento generado, han conformado un sistema de conocimiento disciplinar altamente eficiente, pues dicho sistema produjo entre 1996 y 2009 a nivel mundial cerca de 20 millones de artículos científicos, como se aprecia en la Tabla 4 (SCIMAGO, 2007). La participación tanto de España como de México en dicha producción es aún baja, teniendo la primera un porcentaje cercano al 3% y el segundo incluso inferior al 1%. Ambos países, se encuentran muy alejadas del nivel de producción alemana que fue de casi el 6% mundial y de Estados Unidos quiénes cuentan con el 20% de la producción mundial de artículos científicos, como se observa en la misma Tabla 4 (SCIMAGO, 2007).

Como ya se mencionó líneas arriba, la productividad del sistema, trátase del investigador, del grupo de investigación, de la institución donde labora o del país del que provenga, es medido no sólo por el número de publicaciones generada; sino por la cantidad de citas que esa producción tiene, en otras palabras, que tanto el conocimiento científico generado es utilizado por otros científicos para generar más conocimiento científico, a esto se refieren los indicadores de citas por documento. Las cifras del impacto científico de los investigadores mexicanos y españoles por el número de citas que tienen sus documentos, fueron del 1% del impacto logrado por los científicos estadounidenses para los primero y del 6% para los segundos. Y aunque ocurre algo similar con el índice h que mide tanto el número de documentos como el número de citas que estos logran, las cifras tanto para mexicanos como para

españoles mejoran, obteniendo los primeros el 16% y los segundos el 21% de lo logrado por Estados Unidos., como también se aprecia en la Tabla 4.

TABLA 4. PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN VARIOS PAÍSES ENTRE 1996 Y 2009.

País	Número de artículos 1996-2009	Número de artículos citables	Número de citas	Citas por documento	Índice H	Porcentaje mundial
México	110.452	108.132	837.644	8.85	182	0,61
Brasil	280.232	273.053	1.970.704	8.91	239	1,98
España	514.239	486.926	5.498.629	12.26	377	2,89
Alemania	1.258.273	1.212.919	17.576.464	14.86	607	5,66
EUA	4.773.842	4.530.542	87.296.701	19.08	1.139	20,38
Total/pro medio	19.821.967	19.062.705	248.573.729	9.8	87	100,00

Fuente: SCIMAGO (2010).

En un estudio realizado por Braun y Dióspatonyi (2005) en el que evaluaron la producción científica de 50 países a través la revisión de 240 revistas científicas correspondientes a 12 disciplinas distintas encontraron que la distribución territorial de los editores parece ser un factor determinante en cuanto al número de artículos publicados y citas obtenidas por país (*Ibíd.*). Por ejemplo, Estados Unidos que tuvo la producción científica más alta del estudio con 24 526 artículos (cifras de 2002) contaba con el 53.87% de los editores, así como con el mayor número de citas (35.32%) para los años 2000 a 2002 (*Ibíd.*). Así, la distribución de los editores de las revistas esta afectando de una u otra forma el tipo de problemas que los científicos españoles y mexicanos estudian; así como la manera en que se lleva a cabo la investigación y por lo tanto el impacto que la misma tiene en las sociedades que financian dicha investigación.

Por otra parte, las estructuras institucionales, utilizan para la evaluación del trabajo realizado por los científicos el número, la calidad (referida al impacto de las revistas donde publican los científicos) y el impacto individual de dichas publicaciones (evaluadas a través de diversos índices como el índice h). Algunos científicos están en desacuerdo con esta medida, en efecto en una

encuesta aplicada por Nature a sus lectores, el 63% manifestó su desaprobación a la forma en que las medidas bibliométricas son utilizadas para evaluar el desempeño y determinar la contratación y la promoción de los científicos (Abbot, *et al.*, 2010).

En la misma encuesta mencionada anteriormente, el 51% de los entrevistados decidió no llevar a cabo investigaciones que consideraba importantes, para realizar estudios de revisión, los cuáles tienen mayor probabilidad de ser citados, lo cuál les facilitaría incrementar su factor h (*Ibíd.*). No obstante lo anterior, Abbot *et al.* (2010) reportan que cuando se les pidió a los entrevistados que eligieran cinco criterios para evaluar a los investigadores, éstos escogieron la publicación en revistas de alto impacto, la obtención de subvenciones, la formación y orientación de estudiantes y el número de citas de la investigación publicada. Así las cosas, los investigadores, las revistas y las instituciones académicas y de investigación siguen reforzando la influencia que las revistas científicas tienen sobre la definición de qué es lo que se investiga, cómo se hace y la utilidad que esto tiene, lo que constituye un aspecto controvertido de la ciencia por las implicaciones políticas que ello acarrea a las sociedades respectivas, como ya fue apuntado por Ziman (1980).

La especialización trajo consigo, otro cambio fundamental en el sistema de ciencia y técnica, la separación del proceso de generación del conocimiento y por lo tanto la clasificación de las investigaciones según aporten a las etapas de dicho proceso en: ciencia básica (pura), ciencia aplicada y desarrollo técnico (Planck, 2000 y Ziman, 1986). Se considera que la diferencia entre los tres tipos de investigación estriba en la finalidad que tiene el científico cuando ejecuta su investigación; un investigador hace ciencia básica, ya sea teórica o experimental, cuando lo único que se propone es enriquecer el conocimiento humano de un fenómeno; es decir, trabaja en la elaboración de una imagen del mundo por motivos puramente cognoscitivos (Planck, 2000 y Bunge, 1997). La aportación de la ciencia básica a una sociedad radica no en los conocimientos concretos que proporciona para resolver sus problemas; sino en su contribución al incremento del bagaje cultural, por lo que al aportar más conocimientos influye sobre el problema de atraso cultural (*Ibíd.*).

La ciencia básica al partir de resultados puramente cognoscitivos para descubrir leyes a fin de comprender la realidad íntegra, raramente da resultados inmediatos, por lo cuál choca con el interés de los políticos de rendir cuentas satisfactorias en tiempos muy breves (Bunge, 1985). En efecto, la ciencia básica provee algunas de las herramientas cognoscitivas necesarias para reconocer, abordar y resolver los grandes problemas sociales, pero estas no son suficientes para abordar la complejidad de los mismos por lo que su contribución queda muy limitada (Bunge, 1997). Además, la preocupación por formular de forma más precisa las relaciones reguladas por leyes hace que en ciencia básica se generen definiciones y conceptos cada vez más alejados del conocimiento intuitivo, provocando con ello que sea vista por la sociedad como un sistema que recorre caminos cada vez más errados (Planck, 2000).

Por otro lado, la tarea del científico aplicado consiste en enriquecer y explotar un cuerpo de conocimientos ya producido por la investigación básica, su finalidad no es conocer el mundo, sino transformarlo. Sin embargo, el científico aplicado también busca nuevos conocimientos, sólo que más específicos, por ejemplo, no estudiaría

“la interacción de la luz y la materia en general, sino luz de ciertos colores y materia de ciertas clases” (Bunge, 1997:36).

En este mismo sentido, el científico que trabaja en desarrollo técnico investigará

“ya no tan sólo para saber cómo funcionan las interacciones mencionadas; sino también para diseñar una batería de células fotovoltaicas, montada sobre un satélite artificial que se mantenga encima de una ciudad para proveerla de energía” (Bunge, 1997:36).

Al investigador técnico no le interesa todo el universo, sino sólo lo que pueda ser recurso natural o artefacto. Aunque las distinciones entre estos componentes son cada vez menos claras y mas arbitrarias, como las diferencias que existen entre la táctica y la estrategia en las operaciones militares; pues los tres tipos de investigación mencionados utilizan, cada vez más, el mismo método de investigación, sólo que lo aplican a objetos de conocimiento diferentes (*Ibíd.*). El investigador que se encuentra laborando en

ciencia básica, requiere buscar en los “reinos más profundos de la teoría” como diría Ziman (1980:34); es decir, investigar en las fronteras del conocimiento para que la ciencia logre un progreso real. En cambio, el científico aplicado ubicará sus objetos de conocimiento en las necesidades de la sociedad, por ejemplo, en aplicar los principios de la teoría electromagnética para resolver los problemas que se presentan en la transferencia de datos en la ingeniería de la telecomunicación (*Ibíd.*). Por su parte, los científicos o ingenieros que trabajan en desarrollo técnico parten de problemas prácticos, tratando de controlar ciertos sectores escogidos de la realidad con ayuda de conocimientos de todo tipo, pero principalmente científicos (Bunge, 1997). Así, el proceso ideal que debería seguir la ciencia académica para generar conocimiento científico útil a la sociedad inicia con la investigación básica, continua después por la investigación aplicada, hasta que llega al desarrollo técnico y luego después a través de los sistemas de transferencia de tecnología, por fin llega la sociedad como se observa en la Ilustración 9. (Ziman, 1980).

Bachelard (1974) critica una utilidad a priori del conocimiento generado, para él, el avance de la ciencia requiere desligar la solidaridad del espíritu con las necesidades vitales, pues el interés del espíritu (por conocer) es inmovilizado cuando el interés por la vida (para cambiarla) descubre conocimiento que le es útil. A la concepción anterior de la ciencia se la ha llamado la “ciencia pura”, es decir, no contaminada por intereses materialistas (Rubén, 1993-1994).

Los mecanismos para hacer llegar ese conocimiento a la sociedad también se han especializado y han sido creadas al interior de las instituciones académicas y de investigación dependencias encargadas de los procesos de difusión y transferencia de técnicas, para que a través de la primera se de a conocer el conocimiento generado; mientras que a través de la segunda se fomente la utilización de dicho conocimiento. Por ejemplo, la Universidad Autónoma de México cuenta con un Departamento de Difusión de la cultura y otro de Vinculación. Por otra parte, la Universidad de Sevilla dedica un espacio en su página web a la cuestión de investigación y transferencia como una unidad y en el área de servicios de transferencia tecnológica cuenta con varios tipos de servicios: las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), los Servicios de Prácticas en Empresas, la Fundación de Investigación de la

Universidad de Sevilla y la Unidad de Inserción y Orientación Laboral. La Universidad Autónoma de Madrid por su parte, cuenta con una sección de ayuda al desarrollo de la sociedad, así como una sección de noticias a la que denomina cultura científica.

Los centros de investigación por su parte también cuentan con este tipo de estructuras, por ejemplo el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa tiene un Departamento de cultura científica; mientras que el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán cuenta con un área de Servicios. El Colegio de la Frontera cuenta con un Área de Vinculación.

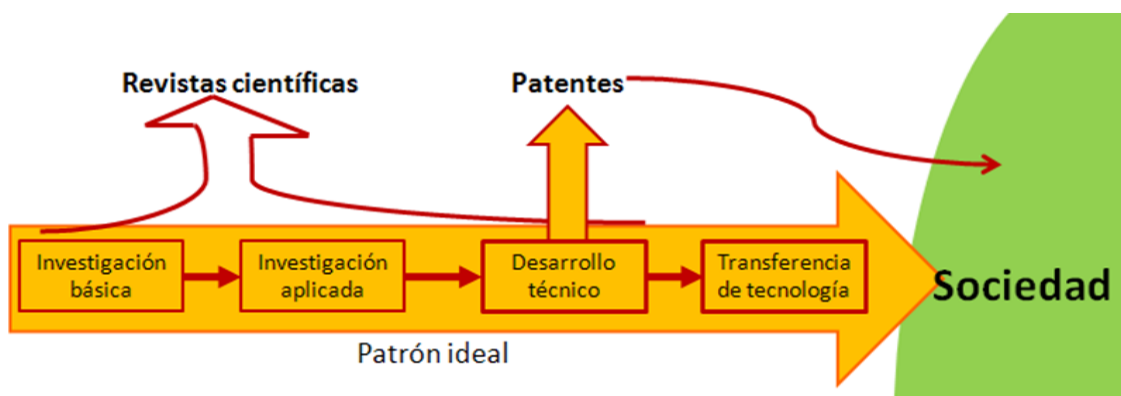


ILUSTRACIÓN 9. PATRÓN IDEAL DE LA CIENCIA ACADÉMICA. FUENTE: GIBBONS, ET AL. (1997). ELABORACIÓN PROPIA.

Una característica más, del sistema de ciencia y técnica, a la que se le asigna menor importancia, la constituye la responsabilidad social de los científicos al llevar a cabo sus investigaciones. La sociedad empezó a preguntarse por esta responsabilidad a partir de la reflexión sobre el papel social de la ciencia, al hacerse patentes los efectos negativos de la misma; en la denominada “sociedad de riesgo” (Ziman, 1980). En el pasado muy pocas veces se cuestionaban dichas consecuencias, pues se consideraba a los descubrimientos científicos virtuosos en sí mismos, ya que se daba por sentado que el conocimiento científico era ajeno a valores, o moralmente neutral, por lo que, los científicos no podían actuar irresponsable o inhumanamente (*Ibíd.*).

En general, el sistema de ciencia académica ha desvinculado al científico de su responsabilidad social, presentándolo desde hace mucho tiempo como un experto distante, interesado en descubrir y comprender el mundo, pero sin influir sobre la forma en que la humanidad aplique lo descubierto por él (Bunge, 1997). Para los científicos que han trabajado en éste período de la historia de la ciencia su responsabilidad social es hacer ciencia de la mejor calidad posible. Por ejemplo, los científicos que desarrollan su labor en ciencia básica, consideran que corresponde a los científicos que trabajan en la ciencia aplicada y en desarrollo técnico y sobre todo los que trabajan en investigación y desarrollo para empresas privadas, los que deben ser conscientes de las implicaciones éticas de su trabajo al contar con objetivos más concretos para la aplicación de dicho conocimiento (*Ibíd.*). Sin embargo, dichos científicos eluden su responsabilidad argumentando que trabajan para otros (*Ibíd.*).

La posición descrita en el párrafo anterior es cuestionable, pues aún los científicos que trabajan en la ciencia académica básica son conscientes de las responsabilidades que adquieren cuando aceptan un tipo de financiamiento, el uso de ciertas instalaciones, etc. Por supuesto el científico aplicado y el tecnólogo siempre pueden decidir para quién trabajan y considerar que las consecuencias de sus investigaciones forman parte de su responsabilidad social (Ziman, 1980). En opinión de este autor,

“los académicos modernos están mucho más profundamente implicados en las aplicaciones de sus descubrimientos de lo que estuvieron en el pasado”
(Ziman, 1980: 139).

Los científicos en el patrón de ciencia académica, ejercen una comunicación unilateral hacia la sociedad; en el mejor de los casos, comunican sus avances a través de materiales de divulgación científica y periodismo científico, en el peor, ni siquiera están interesados en comunicar sus descubrimientos, ya que consideran a la sociedad incapaz de comprender el conocimiento generado (Daza y Arboleda, 2007). Debido a la última posición mencionada, muchas de las investigaciones científicas que se realizan en la ciencia académica permanecen guardadas en las comunicaciones hechas en las revistas científicas, solo al alcance de los especialistas en esas disciplinas (Gibbons, *et al.*, 1997). Son notables los esfuerzos de los organismos gubernamentales que

rigen el desarrollo de la ciencia y la técnica en cada país, así como el llevado a cabo por universidades y centros de investigación por instaurar procesos de comunicación con la sociedad, las semanas de la ciencia son un buen ejemplo de ello (Daza y Arboleda, 2007). No obstante lo anterior, la sociedad solo se entera de las novedades científicas cuando estas ya se han producido sin poder influir en mayor medida en su creación o sentido (Gibbons, *et al.*, 1997).

En el sentido anterior, una característica más, que tampoco ha sido tomada en cuenta por el sistema de ciencia académica, es que cada vez más los problemas investigados son definidos por los científicos en ausencia de objetivos prácticos, es decir, como ya se apuntaba líneas arriba, en contextos gobernados por los intereses académicos (*Ibíd.*). Así, la generación de conocimiento en la ciencia académica no permite la participación de la sociedad, integrada por diferentes colectivos e individuos en la definición de lo que se estudia (*Ibíd.*). La actitud planteada anteriormente ha ocasionado que la ciencia académica se aislé cada vez más de las sociedades que la sustentan (Evans, *et al.*, 1999).

La cuestión mencionada arriba, no es de menor importancia porque en el fondo lo que se debate es el tema del poder para determinar qué y cómo se genera conocimiento científico y para qué se utiliza (Varelo, 2002). Evans, *et al.* (1999) exponen el caso de dos modelos de gestión política de la tecnología que determinan a su vez modelos distintos de relación con la sociedad en el ámbito de las infraestructuras energéticas y el transporte en el Departamento de Planificación Urbana y Rural de Newcastle Upon Tyne (*Ibíd.*). El primer patrón se basa en una concepción clásica de la ciencia, en el cuál se privilegia el conocimiento de los ingenieros por sobre el del resto de los ciudadanos; mientras que el segundo patrón tiene un carácter participativo y de coparticipación de grupos de ciudadanos y expertos (*Ibíd.*). Una de las conclusiones fue que la generación de conocimiento científico bajo el patrón clásico no permite la participación de los ciudadanos comunes, quiénes demandan cada vez más intervenir en las acciones que les afectan en su vida cotidiana (*Ibíd.*).

En la Ilustración 10 se puede observar una representación de la conformación de la experiencia de conocimiento en la ciencia académica, la cuál deja ver que esta ha subordinado los fines a los medios, pues las comunicaciones científicas, se han convertido en el principal objetivo perseguido por los científicos. Así, los medios utilizados, son aquellos que les permiten a los científicos conseguir dichos objetivos, a saber, uso de conceptos considerados válidos por la ciencia disciplinar, uso de métodos de investigación cuantitativos y de preferencia estadísticos y uso de aparatos de inscripción gráfica que permitan demostrar la objetividad en la generación y comunicación de los resultados de la investigación. Desde el entendimiento anterior, se hace urgente la reflexión y replanteamiento de la conformación racional de la experiencia de investigación, en términos de ubicar en su justa dimensión a los fines y diferenciarlos de los medios; así como de prever las consecuencias que los científicos y las sociedades que los sustentan consideran adecuadas para el proceso de generación de conocimiento científico.

La organización social se estableció tan firmemente que determino por casi cien años el tipo de conocimiento que se debía investigar, privilegiando el conocimiento cada vez más especializado de los fenómenos estudiados y por lo tanto la división disciplinar de los campos de conocimiento resultado de esas investigaciones, claro ejemplo de ello lo constituye la biología.

Gibbons y el conocimiento socialmente distribuido

La especialización de las disciplinas científicas en conjunto con la necesidad de publicar las investigaciones realizadas en las mejores revistas han hecho a su vez que los investigadores se aíslen en sus disciplinas en aras de realizar la mejor investigación, entendiéndose como la mejor, aquella investigación que tiene mayores posibilidades de ser publicada (Fernández, 2010). De ésta manera, los científicos se han dissociado de las sociedades a las que pertenecen, determinando sus problemas de investigación a partir de sus propios intereses, en contextos disciplinares fundamentalmente cognitivos (Gibbons, *et al.*, 1997).

Pero la tendencia descrita en el párrafo anterior ha ocurrido paralelamente a otra de origen diferente, fundada en las demandas de la sociedad por mayores impactos de la ciencia y la tecnología sobre los problemas sociales del mundo; corriente que se ha visto fortalecida por la masificación de la educación superior, lo que ha hecho que se diversificaran los lugares de generación de conocimiento científico y los actores que pueden participar en éste proceso (Gibbons, *et al.*, 1997).

A partir de 1970 se incrementaron las demandas de la sociedad para que el desempeño de las instituciones académicas y de investigación se correspondiera con las necesidades y prioridades de la sociedad en su conjunto (Gibbons, *et al.*, 1997). La forma más efectiva que han tenido los gobiernos para impulsar estos cambios ha sido la disminución del presupuesto destinado a dichas instituciones y la transferencia de dinero a la investigación a través de convocatorias cuyas prioridades son definidas de manera conjunta entre los científicos y los administradores públicos o bien sólo por éstos últimos (*Ibíd.*). Las instituciones académicas y de investigación se han visto obligadas a modificar sus modelos educativos, de investigación y de colaboración con la sociedad para cumplir con las expectativas antes descritas (*Ibíd.*).

Además, la búsqueda de financiamientos ha hecho que algunos académicos o bien se conviertan en empresarios de la ciencia o que sean más consientes de los problemas existentes más allá de las preocupaciones cognitivas en sus áreas disciplinares (*Ibíd.*). Así, a fines del siglo pasado, todas las influencias mencionadas anteriormente configuraron un nuevo modo de generación de conocimiento científico que ha sido llamado por Gibbons *et al.* (*Ibíd.*) como modo 2 o conocimiento socialmente distribuido.

De manera conjunta o a veces, obligadas, las instituciones académicas y de investigación han colaborado con los gobiernos para impulsar diversas iniciativas tendientes a fomentar la innovación, la calidad, la sustentabilidad, la competitividad y la generación de empleos (*Ibíd.*). Entre estas iniciativas se encuentran: redes de centros de investigación y desarrollo, de centros de innovación tecnológica, de laboratorios de pruebas y análisis, de parques científicos y técnicos, de incubadoras de empresas, de consorcios de

investigación y desarrollo, de premios para estimular la creatividad y la innovación (*Ibíd.*).

La participación de los científicos en los contextos de aplicación del conocimiento científico aumenta su sensibilidad con respecto a los problemas que la sociedad enfrenta, permitiéndoles de esta forma orientar sus investigaciones hacia la resolución de dichos problemas (*Ibíd.*). El mayor contacto de los científicos con los problemas que enfrenta la sociedad los ha sensibilizado con respecto a la relación que la ciencia ha mantenido tradicionalmente con la sociedad, provocando cambios en la forma como se genera conocimiento científico, desembocando en el surgimiento de un nuevo modo de generación de conocimiento, el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido como lo han denominado Gibbons *et al.* (1997). El modo 2 se caracteriza porque el conocimiento se genera en los contextos donde será utilizado por la sociedad y por lo tanto, la relación entre los practicantes científicos con los no científicos se vuelve tan cercana que se pierde la separación entre productores (la ciencia) y usuarios (la sociedad). El proceso de generación de conocimiento en el modo 2 transforma tanto a científicos como a practicantes no científicos al interactuar ambos en dicho proceso, cambiándose los objetivos, funciones y valores tradicionales de interacción por otros donde tanto los practicantes no científicos como los científicos son responsables del conocimiento que generan y por lo tanto de sus consecuencias y de sus beneficios (*Ibíd.*).

En el modo 2, los participantes científicos y no científicos identifican problemas significativos que vale la pena investigar para encontrar soluciones adecuadas al contexto donde surgió el problema, definen los métodos adecuados a dicho contexto para abordar el estudio del problema en cuestión y aportan soluciones o patrones de solución para gestionar los problemas identificados (*Ibíd.*). Una característica fundamental del modo 2 es que la investigación no se llevará a cabo hasta que todos los participantes en ella no se hayan puesto de acuerdo en el problema a investigar y en la forma de hacerlo, es decir, hasta que no hayan negociado el proceso de investigación (*Ibíd.*). Una esquematización del proceso antes mencionado se presenta en la Ilustración 11.



ILUSTRACIÓN 10. FEYNMAN Y LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DURANTE LA GRAN CIENCIA. FUENTE: BOX, *ET AL.*, (2008), BRAUN Y DIÓSPATONYI (2005), CLARK (1996), FEYNMAN (1980), FORTES Y LOMNITZ (1991), GIBBONS, *ET AL.* (1995), GLÄNZEL Y PERSSON (2005), HEISENBERG (2004), LATOUR Y WOOLGAR (1995), NAVARRO (2007), SILVA (1997), TAPIA (1997) Y VESSURI (1992). ELABORACIÓN PROPIA.

El conocimiento científico tiene como productos o resultados de su investigación al conocimiento codificado (explícito) que es el conocimiento sistemático, almacenado en formatos que están disponibles para cualquiera que sepa donde buscar y al conocimiento migratorio, o conocimiento que se desplaza a través de las fronteras organizativas. Mientras que el conocimiento tecnológico desarrollado en las organizaciones productivas genera elementos relacionados con la configuración de su diseño, es decir, al conocimiento tácito, que es el que no esta disponible porque reside en las cabezas de aquellos que trabajan en un proceso de producción o generación o contexto organizativo concreto y al conocimiento incrustado cuyo movimiento se ve limitado a una red dada o conjunto de relaciones sociales. Debido a las interacciones que ocurren entre los practicantes del modo 2 durante el proceso de generación de conocimiento, todos los participantes en él generan tanto conocimiento codificado, como tácito a la vez que conocimiento incrustado y migratorio (ver Ilustración 11) (*Ibíd.*).

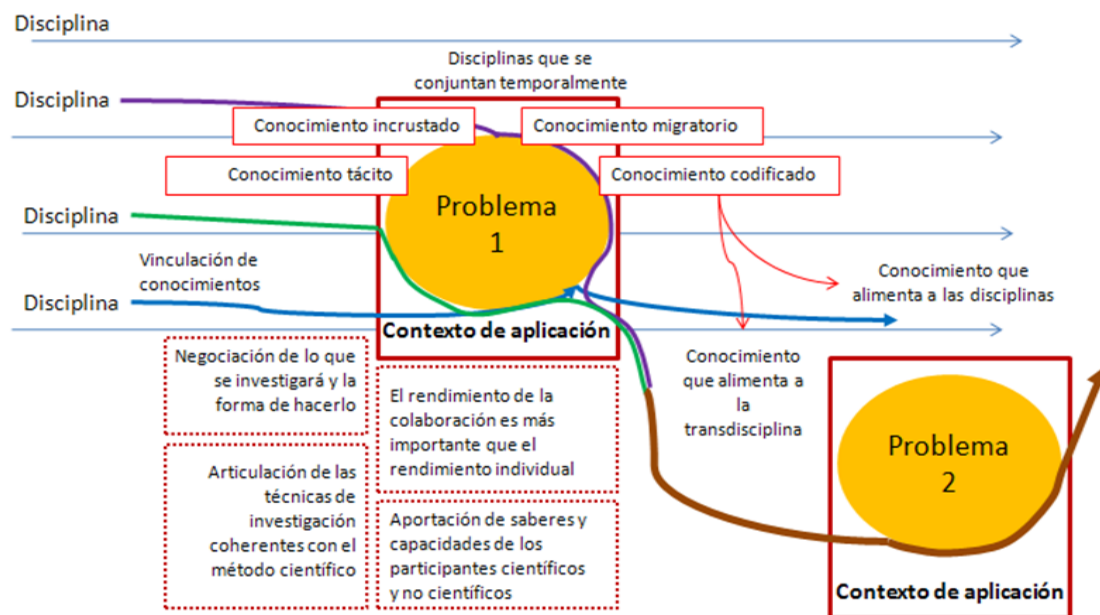


ILUSTRACIÓN 11. PATRÓN IDEAL DEL CONOCIMIENTO SOCIALMENTE DISTRIBUIDO. FUENTE: GIBBONS, ET AL. (1997). ELABORACIÓN PROPIA.

El modo 2 de generación de conocimiento puede ser caracterizado por sus aspectos fenomenológicos y por su dinámica; los primeros se refieren a la forma transdisciplinar de producir el conocimiento científico y al control de calidad que dicha transdisciplinariedad conlleva (*Ibíd.*). Los científicos de diferentes disciplinas pueden colaborar, aportando métodos que ayudan a comprender mejor el fenómeno que cada disciplina está estudiando; sin embargo, estas colaboraciones pueden no generar cambios en las estructuras disciplinares, ya que sólo trabajan en temas comunes pero cada quién desde su enfoque y con su propio lenguaje (*Ibíd.*). Sin embargo, para la generación de conocimiento en el modo 2 a veces no basta con la colaboración interdisciplinaria o multidisciplinaria, ya que la complejidad de los problemas estudiados hace que los participantes tengan que entender el lenguaje de las otras disciplinas para poder aportar a la generación de una solución conjunta adecuada al contexto de aplicación (*Ibíd.*). Las interacciones antes mencionadas obligan a construir métodos de solucionar problemas de investigación enraizados en las disciplinas; pero que trascienden a estas para crear métodos de trabajo comunes basados en una comprensión teórica común y por lo tanto en la creación de nuevos conceptos, lo cuál en conjunto recibe el nombre de transdisciplina (*Ibíd.*).

El conocimiento transdisciplinar, pero sobre todo la forma de generar el conocimiento socialmente distribuido requiere de nuevos modos de controlar la calidad del conocimiento que se genera (*Ibíd.*). La revisión por pares, procedimiento instituido por la comunidad científica para sancionar tanto la fiabilidad del conocimiento generado, es decir, controlar su calidad de acuerdo a los cánones definidos por cada disciplina, como para aprobar los proyectos que pueden ser financiados para su ejecución, se enfrenta a la dificultad de evaluar conocimientos transdisciplinares que no son comprendidos por los revisores entrenados en la tradición disciplinar (*Ibíd.*). Las revistas que publican investigaciones transdisciplinares aún son reducidas, por lo cuál los investigadores que trabajan en el modo 2 se enfrentan a la dificultad tanto de recibir financiamiento como de publicar los resultados de las investigaciones que llevan a cabo (*Ibíd.*).

en éste sentido, los científicos deben conjuntar la búsqueda de soluciones a los problemas que surgen en los contextos de interacción con el uso de métodos de investigación acordados con todos los participantes y operacionalizados en técnicas que deben seguir los cánones del método científico (*Ibíd.*). Así mismo, los científicos deben ser muy escrupulosos a la hora de comunicar sus resultados de investigación a una comunidad de iguales; pero también deben ser capaces de comunicar dichos resultados a un público más amplio (*Ibíd.*).

La dinámica del modo 2 esta integrada por el aumento en la heterogeneidad de sus constituyentes empezando por el conocimiento generado, como por el aumento en la densidad en sus procesos de comunicación (*Ibíd.*). La ciencia académica presenta un crecimiento homogéneo del conocimiento que produce, es decir, que existe un aumento exponencial del número de comunicaciones científicas y del número de científicos que trabajan sobre un mismo tema (*Ibíd.*). Por el contrario en el conocimiento socialmente distribuido la investigación de problemas complejos requiere utilizar tanto el conocimiento que ya se ha producido, reacondicionándolo para que ayude a explicar el fenómeno estudiado, como generar nuevo conocimiento básico o fundamental (*Ibíd.*). Así crece el número de reacondicionamientos del conocimiento existente produciendo cambios en el ritmo al que ocurre la diferenciación interna (*Ibíd.*). Lo anterior puede constatarse en el aumento del número promedio de autores por artículo y en la diversidad de disciplinas implicadas en la redacción de un solo artículo (*Ibíd.*).

El aumento en la densidad de los procesos de comunicación ocurre tanto entre los científicos como entre los científicos y la sociedad; en el primer caso, el aumento de los canales de comunicación que los científicos tienen disponibles hace que haya más interacción entre ellos, por ejemplo el correo electrónico, el internet y las videoconferencias permiten que científicos ubicados en lugares lejanos interactúan tan cercanamente como si laboraran en la misma institución (*Ibíd.*). Por su parte, la comunicación de los científicos con la sociedad ha pasado del enfoque de alfabetización científica, donde los científicos consideraban que tenían que ilustrar a la sociedad para hacerla mejor al enfoque de obligatoriedad de los científicos de comunicar en un lenguaje adecuado sus resultados de investigación (*Ibíd.*). La obligación se ha generado

en la dependencia de los científicos de la financiación que reciben de los gobiernos o de las instituciones privadas, ya que para conseguir dicho financiamiento deben procurar hacer una buena difusión de sus investigaciones, de tal forma que la sociedad comprenda la importancia de las mismas y les destine recursos para realizarlas (*Ibíd.*). Además de lo anterior, la sociedad esta demandando también que el conocimiento científico se difunda pues cada vez hay más personas que lo comprenden, ante la masificación de la educación superior ya mencionada (*Ibíd.*).

La responsabilidad y la reflexibilidad social es, por último, una discrepancia también importante entre el conocimiento socialmente distribuido y el modo uno de generación de conocimiento; pues mientras en éste último, la mayor parte de sus practicantes trabajan sobre problemas dominados por los intereses en buena parte académicos, el modo 2 obliga a los investigadores a interactuar con muchos actores en el proceso de generación del conocimiento (*Ibíd.*). Además, la necesidad de incorporar opciones para la aplicación de las soluciones generadas en el modo 2 hace necesario también que se consideren las implicaciones éticas, sociales y económicas de dichas soluciones, lo que a su vez cuestiona los valores de los participantes (*Ibíd.*).

Así qué, la respuesta que daba Richard Feynman a su pregunta sobre cuál era el futuro de la aventura llamada ciencia sigue estando sin respuesta, por lo menos no la que él formulaba y que decía

“... a mi me parece que lo que va a ocurrir en el futuro es que o bien todas las leyes acabarán por ser conocidas -es decir, que tendremos suficientes leyes para que las consecuencias calculadas concuerden siempre con los experimentos, lo que será el fin- o bien que los experimentos vayan haciéndose cada vez más difíciles, más caros de manera que [ya no se seguirán realizando por lo que nos quedaremos] con el 99,9% de los fenómenos conocidos (Feynman, 1980: 149).

En la Ilustración 12 es posible observar que la conformación racional de la experiencia de conocimiento en el modo 2 persigue fines que siguen estando influenciados por la ciencia académica, en el sentido de que se sigue buscando generar conocimiento fiable pero que también sea socialmente útil. La utilidad social, a su vez condiciona, el empleo de medios para la generación de

conocimiento, para ratificar las innovaciones aceptables; así como para socializar y transmitir el conocimiento en combinaciones diferentes que los utilizados en la ciencia académica. Por ejemplo, la elección de problemas en el conocimiento socialmente distribuido cambia radicalmente, puesto que dichos problemas provienen del contexto donde los agentes de la sociedad desarrollan su actividad productiva o de vida. Estos cambios impactan en la forma en que se selecciona el problema, en la manera en que son elegidos los conceptos utilizados para darle sentido a dicho problema; pero sobre todo, en los métodos seleccionados, los cuáles tienen que cumplir con criterios más complejos que la generación de fiabilidad científica, tal como se ha esquematizado en la Ilustración 12.



ILUSTRACIÓN 12. GIBBONS Y EL CONOCIMIENTO SOCIALMENTE DISTRIBUIDO. FUENTE: FERNÁNDEZ (2010) Y GIBBONS, ET AL. (1997). ELABORACIÓN PROPIA.

4.2.2. Cómo ha sido estudiada la generación de conocimiento científico

Desde los tiempos de los griegos, el papel que los científicos han asignado a la ciencia en la cultura humana es el de la búsqueda del orden que tiene el mundo a partir del caos que los sentidos son capaces de reconocer, la función que la sociedad ha determinado para la ciencia indudablemente es otra, desde que los gobernantes monárquicos del siglo XVIII entrevieron el potencial utilitario de la misma. Existe la concepción de que la ciencia ha incrementado su acervo de conocimiento por mera acumulación de información, pareciera que los conocimientos solamente se acumulan unos al lado de otros para explicar fenómenos específicos y por lo tanto para saber como se han generado basta con estudiar su episteme. Sin embargo, dichos conocimientos van a incrementar un saber con el que forzosamente se relacionan, ya sea para apoyar o reforzar los conceptos ya existentes o para contradecirlos, es decir, con normas técnicas y cognitivas, en procesos sociales que tienen a su vez que responder a normas sociales (Husserl, 1982 y Kuhn, 2006).

El estudio de la forma en que se genera conocimiento científico se ha dado desde dos perspectivas diferentes, por un lado los estudios epistemológicos dentro de la filosofía y por otro los estudios históricos y sociológicos. Los primeros buscaban indagar en los procesos y las habilidades cognitivas que se ponen en juego bajo normas técnicas y cognitivas aceptadas para generar cierto tipo de conocimiento (Latour y Woolgar, 1995). El debate que se produjo a fines del siglo XIX acerca del tipo de explicaciones que se podían generar en las ciencias que estudiaban los procesos histórico sociales y las que se dedicaban a la investigación de los fenómenos naturales, constituye un claro ejemplo de estudios epistemológicos (Gil Antón, 1997 y Latour y Woolgar, 1995). Así, Dilthey, Windelband, Roscher, Kries y Weber trataron de definir el objeto de estudio, el interés cognitivo, los métodos de investigación y de interpretación de las ciencias histórico sociales; mientras que Mach y Duhem, dos físicos que realizaron reflexiones filosóficas hicieron lo propio con las ciencias que investigaban los fenómenos naturales, haciendo hincapié en que

estas ciencias debían generar teoría a partir de los hechos que eran dados por observación (Gil Antón, 1997).

Los estudios sociológicos por su parte, ignoraron la base material del trabajo científico para centrarse en los factores sociopolíticos involucrados en el proceso de generación de conocimiento científico (Latour y Woolgar, 1995). A decir de Latour y Woolgar (*Ibíd.*) los estudios sociológicos de la ciencia, hasta los setenta, se ocupaban del estudio de procesos de generación de conocimiento científico donde estuvieran presentes la polémica o la discrepancia entre los diferentes grupos de investigación; es decir, estudiando sólo la interacción entre los investigadores sin considerar la base empírica de su trabajo.

El uso de la macro sociología sólo ha permitido explicar los rasgos más amplios de la ciencia como las modas, las visiones del mundo y las culturas, pero presenta dificultades para entender el micro contenido y relacionarlo con una explicación de lo que mantiene unida a la sociedad (Latour, 1992). En otras palabras, cómo el contenido de la investigación científica ha posibilitado el desarrollo de un cierto tipo de sistema de ciencia y técnica y viceversa, cómo el sistema ha permitido que se investiguen ciertos problemas de investigación y bajo ciertos métodos que este considera validos (*Ibíd.*). Por el contrario, los estudios sociológicos más precisos como los programas de investigación basados en la etnometodología, la micro sociología, el interaccionismo simbólico, la antropología cognitiva, la historia cultural y la historia de las prácticas han hecho buenas descripciones del proceso de generación de conocimiento científico (*Ibíd.*). Dichos estudios, han explicado adecuadamente los detalles de la práctica científica y han producido buenos estudios de casos particulares; sin embargo, no han logrado dar a éstos una teoría social o relacionarlos con su relevancia política (*Ibíd.*).

El problema de la investigación sobre la generación de conocimiento científico estriba entonces, en que no se ha podido estudiar al mismo tiempo la sociología y el contenido de la ciencia (*Ibíd.*). En relación a la hipótesis de la presente investigación, la dificultad radica en que se ha explicado de forma separada la estructura y funcionamiento del sistema de ciencia y técnica, a

saber sus elementos, como los científicos, la comunidad científica y la sociedad; así como las relaciones que establecen; sin considerar el cuerpo de conocimientos que dicho sistema genera o viceversa.

Recientemente han empezado a surgir investigaciones que consideran que los factores sociales influyen a los factores intelectuales en una relación recíproca; en otras palabras, que un tipo de organización social produce cierto tipo de conocimiento científico, pero también que ése tipo de conocimiento es el que ha permitido ese desarrollo social. Algunos autores, como Latour y Woolgar (1995), se preguntan acerca del sentido de la relación causal, es decir, si es la organización social la que permite la investigación de ciertos desafíos intelectuales o es la existencia de ciertos problemas intelectuales lo que posibilita la organización de los científicos en la forma en que lo hacen. Para otros autores como Mulkay (1969; citado por Latour y Woolgar, 1995) el cuerpo de conocimiento establecido y las normas técnicas y cognitivas asociadas influyen en mayor medida el trabajo de investigación, que las normas sociales que rigen ese trabajo. Sin embargo, para otros autores, lo anteriormente descrito, ocurre de forma contraria y son menos los científicos que proponen una forma intermedia, como es el caso de Latour y Woolgar (*Ibíd.*) quiénes estuvieron interesados en investigar las conexiones existentes entre el desarrollo intelectual y los procesos sociales.

En el presente apartado se realiza una revisión no exhaustiva de algunos autores cuya selección obedece al interés de la doctoranda por mezclar enfoques disciplinares, tratando de rescatar elementos que permitan superar el problema planteado líneas arriba, el de lograr un estudio que al mismo tiempo realice aportes para la comprensión del contenido de la ciencia, como de su articulación con la sociedad donde esta se desarrolla y por supuesto de las conexiones que se establecen al interior de estos dos procesos. Los autores analizados son: Edmund Husserl (1859-1938) filósofo y Werner Heisenberg (1901-1976) físico que realizó reflexiones filosóficas; Barry Barnes, Max Weber (1864-1920), Bruno Latour (1947-) y Steve Woolgar, sociólogos y Michael Foucault (1926-1984) y Thomas Kuhn (1922-1996) historiadores.

Los enfoques disciplinares de los autores mencionados forman una mezcla extraña, cuatro sociólogos, dos historiadores, un filósofo y un físico reflexivo, lo cuál probablemente dificulte la integración de un marco adecuado de trabajo y de un método de investigación y análisis de la información operativo. No obstante lo anterior, el análisis de las investigaciones que los autores mencionados llevaron a cabo para estudiar como se genera el conocimiento científico busca precisamente identificar tanto las posibilidades de utilizar los conceptos producidos por dichos autores como las dificultades para integrarlos en un solo estudio.

Husserl y la fenomenología

Por otra parte, la fenomenología de Husserl es un ejemplo claro del estudio epistemológico de la generación de conocimiento científico. Para este autor, la filosofía de la ciencia debía estudiar al conocimiento que la ciencia genera no como una disciplina científica, sino como una crítica del conocimiento científico generado, o como la autocomprensión científica del mismo, para lo cuál requería hacer objetiva la esencia del conocimiento para conocerlo científicamente (Husserl, 1982). La esencia del conocimiento radica entonces en la adecuación de este para con los objetos a que hace referencia; es decir, la fidelidad con que la idea presenta al objeto representado, o como decían los científicos de la época de Galileo, la correspondencia entre la observación y lo observado. Entonces, una autocomprensión científica del conocimiento pasa por la objetivación de la correspondencia entre la observación y lo observado, con lo cuál el conocimiento alcanza validez objetiva por haber representado adecuadamente a su objeto de estudio, como se observa en la Ilustración 13 (Husserl, 1982). Así, la revisión por pares que la ciencia académica realiza, busca precisamente que el conocimiento generado sea discutido y revisado para asegurar la fiabilidad y validez del mismo; sin embargo, no es la autocomprensión científica del conocimiento generado en el proceso de investigación lo que guía al proceso de revisión por pares de las comunicaciones científicas. Probablemente, la autocomprensión guió en un

inicio la valoración del conocimiento generado, pero después esta valoración recayó en los métodos de observación y análisis de la información estandarizados para asegurar la fiabilidad y validez del conocimiento como los aparatos de inscripción gráfica, o el uso de la experimentación y la estadística. De ésta manera, tres de los elementos del sistema se vinculan en la valoración de la autocomprensión científica del conocimiento, el cuerpo de conocimiento generado, los científicos que presentan la comunicación y la comunidad científica que válida la fiabilidad del conocimiento presentado.

Pero la autocomprensión crítica del conocimiento se enfrenta a varios obstáculos, el primero de ellos se presenta en el mismo punto de partida, pues al ser todo conocimiento problemático, la crítica parte de una base de la cuál se duda; Husserl (*Ibíd.*) plantea que la solución a esta paradoja, es que la crítica del conocimiento se dé a si misma, conocimiento que ella no tenga que fundamentar ni inferir lógicamente, sino que acepte como ya fundamentada e inferida lógicamente (*Ibíd.*). El tipo de conocimiento del cuál debe partir la crítica del conocimiento lo constituyen los conocimientos que parten de las vivencias intelectuales que en el acto de ver y captar se convierten en si mismas en un dato absoluto;

“esta percepción es y permanece siendo, todo el tiempo que dura, un absoluto, un esto que esta aquí, algo que es en sí lo que es” (*Ibíd.*: 40).

Una esquematización del proceso mencionado se presenta en la Ilustración 13. Es tarea de la psicología como ciencia natural, el explicar como ocurre físicamente la generación del conocimiento,

“las condiciones naturales según las cuáles vienen y van los actos cognoscitivos, así como también las leyes naturales a que están ligados en su venida al ser y su cambio” (*Ibíd.*: 41);

en cambio, es tarea de la crítica del conocimiento aclarar la esencia del conocimiento y

“la pretensión de validez que pertenece a esta esencia” (*Ibíd.*: 41).

Aunque Husserl (*Ibíd.*) menciona que la ciencia natural esta completamente segura de alcanzar su objeto, al no presentarse en su proceso de generación

contradicciones irresolubles con respecto a la posibilidad del conocimiento, ni en el sentido del objeto conocido; se producen aporías en la generación de conocimiento que llevan a hacer que la adecuación entre el objeto conocido y su representación sea un enigma, es decir, que no se tenga la absoluta seguridad que dicha correspondencia sea verdadera; así

“surgen dificultades, incompatibilidades, teorías contradictorias que se supone, sin embargo, bien fundamentadas” (*Ibíd.*:42).

Las contradicciones en el proceso de generación de conocimiento científico se pueden presentar a nivel predictivo y en la forma de vivir la experiencia del conocimiento. En el primer caso, sólo se regresa a restaurar la concordancia formal, se rehacen los cálculos y se deshacen los equívocos (Husserl, 1982). Pero si la contradicción se encuentra en la forma de vivir la experiencia, hace falta que se valoren los motivos empíricos considerando sus posibilidades de determinación o explicación, las ideas más débiles lógicamente tienen que ser sustituidas por las más fuertes, en un proceso que implica el cambio de las ideas establecidas por otras que proporcionan una esfera de conocimiento más amplia (Husserl, 1982). A este respecto, la salida del conocimiento en tanto aporte a la resolución de problemas sociales, por moverse en un campo inestable y complejo correrá el riesgo de enfrentar más la contradicción en la forma de vivir la experiencia que la contradicción que se puede presentar a nivel predictivo. Debido a lo anterior, los motivos empíricos de dicha salida tendrán que ser revisados continuamente en tanto su fortaleza o debilidad para explicar o determinar las ideas que serán incorporadas como conocimiento científico válido.

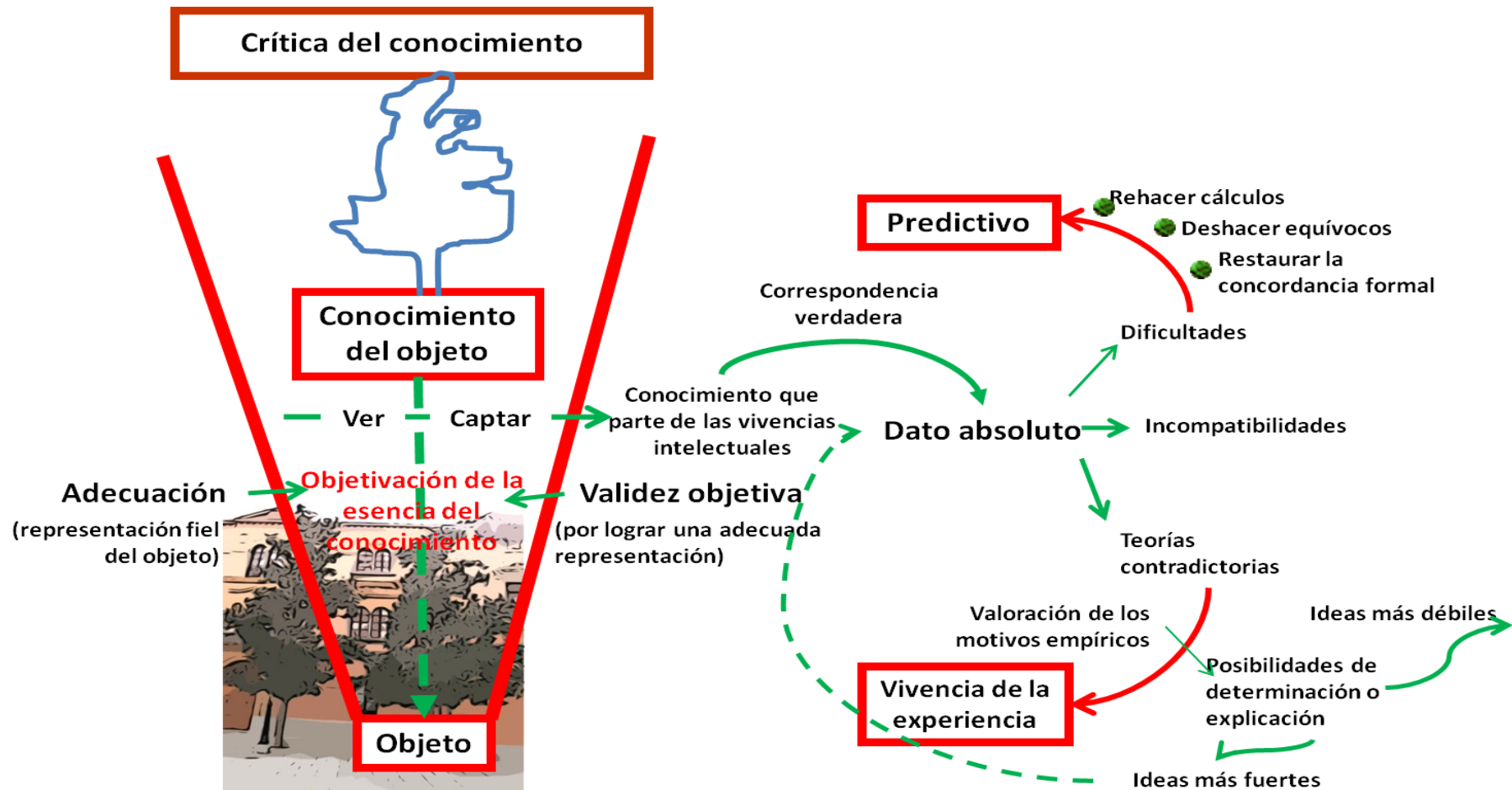


ILUSTRACIÓN 13. FORMA DE ESTUDIO DE LA FENOMENOLOGÍA SEGÚN HUSSERL (1982). ELABORACIÓN PROPIA.

Heisenberg y la influencia de las tradiciones de investigación

Otro ejemplo de estudio epistemológico se puede analizar en los planteamientos hechos por Heisenberg (1977) que se cuestiona sobre la elección de los problemas de investigación, de los métodos para estudiarlos y de los conceptos utilizados como instrumentos de trabajo. Para este autor, la tradición es la que influencia de manera positiva y negativa estas elecciones, pues tanto si lo que se investiga corresponde con los problemas, los métodos y los conceptos utilizados por un amplio número de científicos como si lo que se pretende investigar rompe con la tradición y la enfrenta (*Ibíd.*). Para este mismo autor, la historia de la ciencia da cuenta que la libertad de elección de los problemas es escasa ya que la libertad de elección se puede ver limitada a decidir si se participa o no en determinado proceso histórico, pero no si se quiere participar en otro alternativo (*Ibíd.*). Una esquematización de la influencia de la tradición sobre la investigación científica se presenta en la ilustración 10.

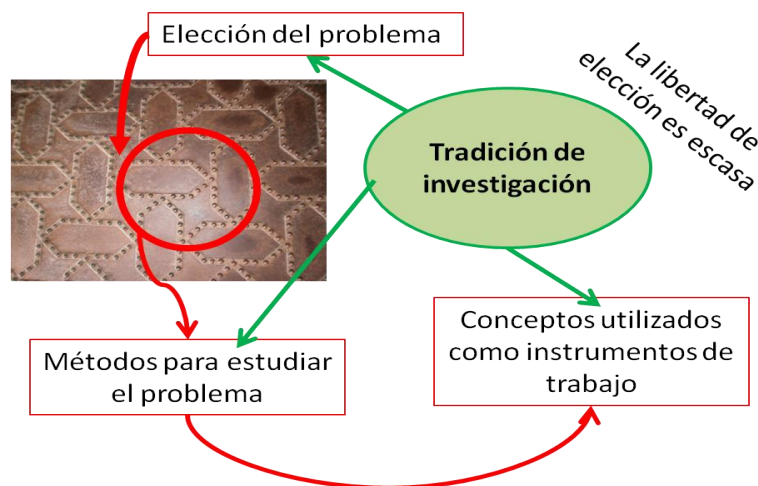


ILUSTRACIÓN 14. INFLUENCIA DE LA TRADICIÓN SOBRE LA FORMA DE INVESTIGAR DE ACUERDO A HEISENBERG (1977). ELABORACIÓN PROPIA.

Con respecto a lo planteado por Heisenberg (*Ibíd.*), la generación de conocimiento científico en tanto aporte a la resolución de problemas, significa en muchos casos ir contra la tradición, y por lo tanto encarar el proceso que

ello implica. En este sentido, los planteamientos del científico referido podrían ayudar a entender los mecanismos de generación de conocimiento, en tanto los elementos que plantea que se involucran para generar ese conocimiento, por ejemplo, como la elección de problemas, de conceptos y de métodos esta determinada y a su vez determina al tipo de investigación que se lleva a cabo.

Barnes y las tradiciones de investigación

Los estudios hechos por Barnes (1982) constituyen, por su parte, un buen ejemplo de análisis sociológico de la ciencia. El objetivo de Barnes (*Ibíd.*) fue describir la investigación científica como un fenómeno empírico, estudiado por medio de la exposición descriptiva y naturalista de la ciencia; para lo cuál era necesario analizar el papel que tienen las tradiciones de investigación en la generación de conocimiento científico. Así, los investigadores trabajan basándose en una tradición de investigación que en el proceso puede ser cuestionada, pero que no pueden dejar de lado, igual a lo mencionado por Heisenberg (*Ibíd.*). Entonces, mucho de lo que los investigadores hacen esta anclado en la forma en que ha aprendido durante su entrenamiento como científico a hacer (*Ibíd.*). La generación de conocimiento científico cambia a su vez la cultura recibida, por lo que los científicos entregan una nueva cultura a la siguiente generación; debido a lo anterior,

“el trabajo de un científico debe entenderse dentro del particular marco de referencia cultural que lo rodea en su punto de entrada en la tradición de investigación” (*Ibíd.*: 34).

En la Ilustración 15 se presenta un diagrama que muestra la relación de los elementos mencionados anteriormente. El autor referido sigue a su vez la tradición kuhniana, por lo que considera que es necesario entender las tradiciones de investigación como razón de las causas y características de la actividad humana de crear ciencia. Al respecto, entender la cultura bajo la cual se lleva a cabo la investigación permite no sólo conocer el contexto, sino la propia forma de investigar,

“ya que la cultura también determina la forma de percibir la realidad y de los métodos utilizados para estudiarlos” (*Ibíd.*: 36).

Por ejemplo, en ciencia, son determinantes las interacciones humanas para generar los mecanismos de socialización, y transmisión de conocimientos, así como los métodos para ratificar las innovaciones aceptables y catalogarlas como legítimas (*Ibíd.*). Al respecto de la hipótesis de la presente investigación, la salida en el ámbito de la investigación científica forma parte de la tradición. Debido a lo anteriormente mencionado, los mecanismos para validar las innovaciones aceptadas, así como los de socialización y transmisión del conocimiento se encuentran definidos y se entrena a los científicos para que hagan uso correctamente de ellos. No ocurre lo mismo con las aportaciones a la resolución de problemas sociales, puesto que este es terreno desconocido para muchos científicos, por lo que sus mecanismos de socialización y transmisión de conocimientos no serán los aprendidos durante su entrenamiento como científicos, y habrá serias dudas con respecto a los mecanismos para ratificar las innovaciones aceptables, porque también serán diferentes a los utilizados en la tradición de investigación recibida.

Max Weber y el estudio de las ciencias histórico sociales

En su fundamentación de la cientificidad en las investigaciones socio históricas, Max Weber (1971) ofreció un método de estudio para los fenómenos sociales y por lo tanto para el estudio de la ciencia como fenómeno de creación humana. La cientificidad que Weber (*Ibíd.*) propuso, estuvo basada, en la necesidad de construcción conceptual que tienen las ciencias socio históricas, para explicar la causalidad de los fenómenos que estudian; es decir, la interpretación del comportamiento humano con respecto a la racionalidad de los fines que persigue y de la acción que estos determinan. En el estudio de la racionalidad de los fenómenos histórico sociales, Weber (*Ibíd.*) atribuyó un sentido a la acción social y de esta forma posibilitó su investigación científica, en la Ilustración 16 se expone una esquematización del proceso mencionado.

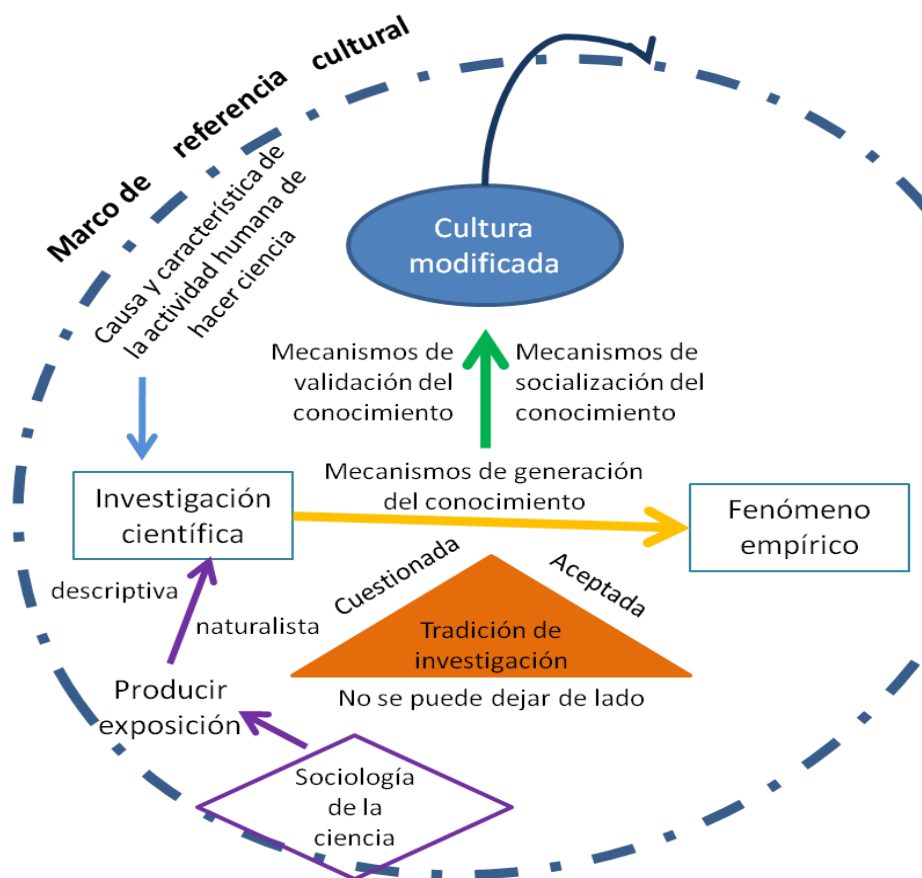


ILUSTRACIÓN 15. EL ESTUDIO DE LA CIENCIA DE ACUERDO A BARNES (1982). ELABORACIÓN PROPIA.

Los fenómenos en las ciencias naturales eran conocidos por medio de su determinación causal, su interpretación y aceptación dependía de que no contuvieran nada que contradijera directamente el saber nomológico aceptado (*Ibíd.*). En las ciencias histórico sociales, Weber (*Ibíd.*) propuso que la causalidad podía ser medida cualitativamente interpretando el comportamiento humano en función de hacerlo coherente con nuestro saber nomológico y comprendiéndolo por medio de la reconstrucción de sus motivos reproducibles en la experiencia interior y a partir de ello valorarlo (o imputarlo en palabras de Weber) con grados diversos de precisión (*Ibíd.*).

La interpretación del sentido de las acciones humanas debía hacerse a través de la elaboración conceptual, con rigor lógico y confrontándolo con la empírea

para que dicha interpretación se mantuviera en el ámbito científico, de acuerdo con las consideraciones de Weber (*Ibíd.*). La acción humana comprendida debía dar cuenta de los fines conscientemente queridos por el actor y de los medios empleados por este para lograr dichos fines (evidencia teleológica), es decir, debía explicar las intenciones, el saber de experiencia para realizar las intenciones y el resultado o fin de las acciones emprendidas (*Ibíd.*).

La comprensión de la acción humana implicaba entonces identificar los fines conscientemente queridos, los medios seleccionados, así como las consecuencias del uso o implementación de dichos medios (*Ibíd.*). Pero la comprensión de la racionalidad es un medio para la construcción de conceptos que hagan posible el análisis causal de las conexiones históricas de los fenómenos sociales en estudio. En éste sentido, Weber (*Ibíd.*) propuso la utilización de tipos ideales (como posibilidades adecuadas de interpretación) contra los cuáles se pueda comparar la racionalidad de las acciones humanas estudiadas y así inferir las conexiones objetivamente posibles de dicha acción. La contrastación permitiría ver que tan adecuados resultaron los medios empleados para los fines perseguidos o bien conocer las razones por la cuáles los resultados no fueron los esperados (*Ibíd.*). El estudio de la evidencia teleológica (que no necesariamente se deduce de la experiencia empírica) solo puede hacer posible el conocimiento de los elementos no racionales de la acción, haciéndolos comprensibles para el investigador en su desarrollo concreto, pero no le permite utilizarlos como base de la inferencia de la acción concreta (*Ibíd.*).

Así, para comprender la acción humana que decide trabajar en la generación de conocimiento con salida tanto en el ámbito de la investigación científica como en su aporte a la resolución de problemas sociales se necesitaría analizar los fines, medios y consecuencias conscientemente queridas por los investigadores, siguiendo la metodología propuesta por Weber. Es decir, el estudio de la racionalidad de los científicos para determinar la forma de generar conocimiento científico, puede aportar al entendimiento de dicha racionalidad, en aras de poder identificar qué fines, medios y consecuencias es posible acordar entre los científicos, la comunidad académica y la sociedad para que la generación de conocimiento científico sea socialmente útil.

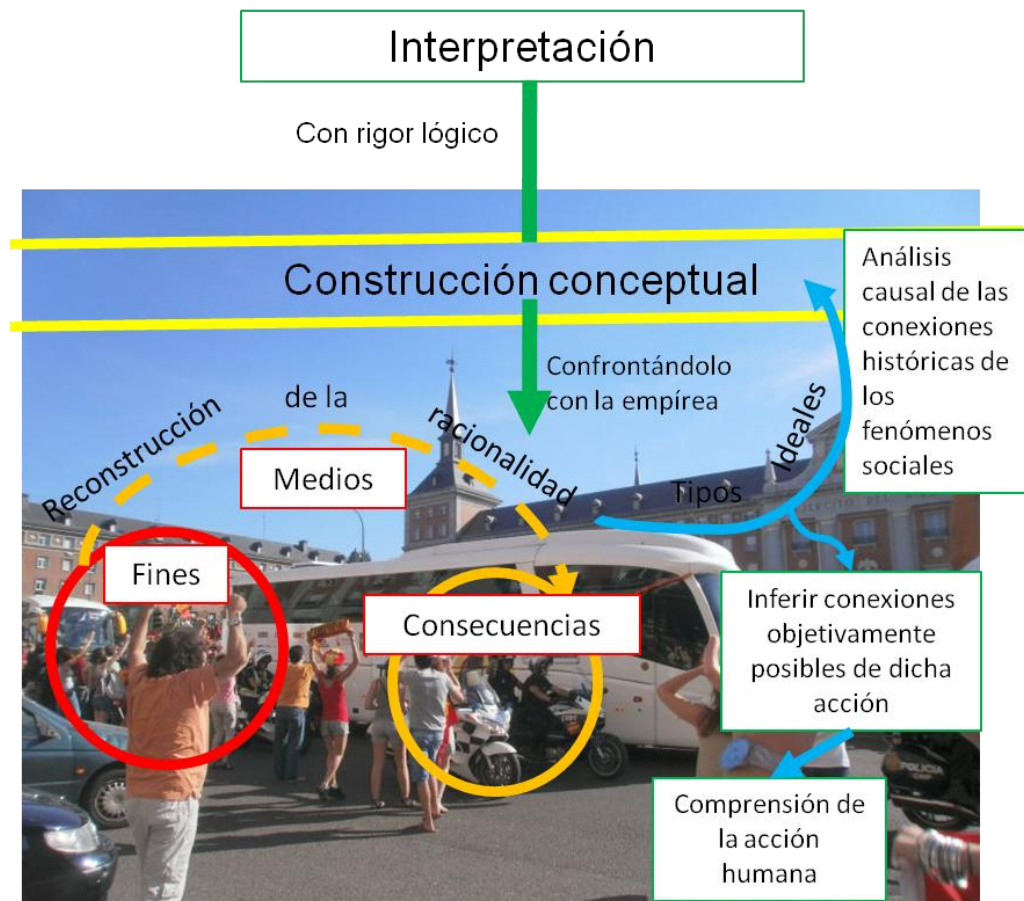


ILUSTRACIÓN 16. EL ESTUDIO DE LA CIENCIA DE ACUERDO A WEBER (1971). ELABORACIÓN PROPIA.

Latour y Woolgar y la construcción de hechos científicos

El trabajo realizado por Latour (1992) deja ver los estudios sociológicos que se han hecho entorno a la generación de conocimiento científico. El autor referido, estudia el proceso de cómo las ideas o problemas de investigación con transformados en hechos científicos aceptados como válidos por la comunidad científica (*Ibíd.*). Así, este autor ha estudiado el proceso de elaboración de la ciencia, o el cierre de cajas negras, es decir, cómo se acepta que una idea se convierta en un concepto valido para la comunidad científica y se incorpore al lenguaje científico para formar la base de la elaboración de nuevo conocimiento. En la Ilustración 17 se esquematiza el proceso mencionado (*Ibíd.*). Contexto (procesos sociales) y contenido (cuerpo de conocimientos y

reglas técnicas y cognitivas) se mezclan cuando el proceso de generación de conocimiento científico se lleva a cabo, por lo tanto es necesario estudiar el proceso sin diferenciar estos dos tipos de elementos (*Ibíd.*).

La ciencia en acción, como la denomina Latour (*Ibíd.*), es decir, en proceso de elaboración, antes de que las ideas se consideren establecidas como hechos científicos, puede ser investigada a partir del proceso que sigue la generación de conocimiento científico considerando minuciosamente tanto sus aspectos internos como externos. El cierre de controversias es causa a la vez de la elaboración de afirmaciones que representan a la naturaleza y causa de la estabilidad social que proporciona el acuerdo sobre el conocimiento válido (*Ibíd.*). Tanto las representaciones de la naturaleza o cuerpo de conocimientos (factores internos) como la sociedad involucrada (factores externos) no pueden ser utilizadas para explicar como ocurre el cierre de controversias, entonces ¿Cuáles factores internos o externos pueden ser utilizados para estudiar la generación de conocimiento científico, de acuerdo con Latour?

Los científicos construyen una explicación ordenada a partir de una serie desordenada de observaciones; para dar sentido a la organización de las observaciones, el investigador adopta un método o cuestión (*Ibíd.*). El método en cuestión, no es elegido al azar, sino en función de que pueda aportar mayor validez o solidez al orden dado a las observaciones, de tal forma que estas puedan presentarse ante la comunidad científica, tal como se expone en la Ilustración 17 (Latour y Woolgar, 1995). De esta manera, es necesario estudiar el tipo de observaciones que hacen los investigadores, así como la forma en que dichos investigadores le dan orden a las mismas (*Ibíd.*).

Para llegar al conocimiento que pretende delinear un orden propuesto, los investigadores trabajan en base a marcos que les permiten reducir el ruido de fondo y que posibilitan la presentación de señales en apariencia más coherentes (*Ibíd.*). A lo largo de la historia de la ciencia han existido uno o varios procesos mediante los cuáles se construyen e imponen esos marcos; porque de ellos depende la importancia del conocimiento científico producido; es decir, depende de la utilización de la literatura previa, de los aparatos de inscripción gráfica utilizados, de los documentos y enunciados producidos y

también de la reacción posterior que dichas comunicaciones científicas produzcan (*Ibíd.*).

Un concepto fundamental en el trabajo realizado por Latour y Woolgar (*Ibíd.*) fue el de aparato de inscripción gráfica o sistema de inscripción gráfica; éstos son integrados en concordancia con los métodos y procedimientos que el investigador considera adecuados y pertinentes para estudiar el fenómeno observado. La adecuación y pertinencia de los instrumentos de inscripción gráfica depende de lo que la comunidad de científicos que investigan en el campo mencionado consideran validos (*Ibíd.*). Un aparato de inscripción gráfica puede formar parte de un sistema de inscripción gráfica, el cuál es el conjunto de documentos que sirven de base para la escritura de artículos, por ejemplo un diagrama o una hoja de cifras que apoyan o representan una teoría (*Ibíd.*). Las inscripciones son utilizadas para escribir artículos científicos o hacer afirmaciones en la literatura científica sobre la base de la transformación de argumentos establecidos en elementos del aparato (*Ibíd.*).

La importancia que la ciencia actual ha dado a los aparatos de inscripción gráfica radica en que éstos transforman una sustancia material en una figura o diagrama directamente utilizable por parte del investigador (*Ibíd.*). Las inscripciones gráficas se consideran muy importantes ya que están en relación directa con las sustancias originales a las que representan objetivamente (*Ibíd.*). Las inscripciones son consideradas como indicadores directos de la sustancia estudiada (*Ibíd.*). El uso de los aparatos o sistemas de inscripción gráfica permite hacer más estándar la percepción humana y por lo tanto garantiza cierta objetividad en las observaciones, asunto importante en las ciencias que estudian la naturaleza (*Ibíd.*). Por lo anterior, la organización del aparato de inscripción gráfica, en éste caso el bioensayo, tiene una importancia vital en la validez del conocimiento generado (*Ibíd.*).

Es difícil diferenciar en el método propuesto por Latour (1992) los elementos externos (factores sociales) de los internos (factores cognitivos); por ejemplo, dicho autor propone estudiar primero las muchas formas en que las inscripciones gráficas se reúnen, se combinan, se entrelazan y se envían de vuelta y después si hacen falta explicaciones entonces si buscarlas en los

factores cognitivos. El procesamiento de las inscripciones gráficas ciertamente involucra tanto aspectos sociales como cognitivos, entonces ¿Cómo diferenciarlos y estudiarlos? Otra controversia parecida se presenta cuando Latour (*Ibíd.*) propone investigar la explicación de distorsiones en la generación de conocimiento científico a partir de los cambios ocurridos en la posición desde la que el observador realiza su trabajo, es decir, los cambios que se producen en él, que lo hace cambiar su visión de lo observado (factores internos). Las distorsiones, desde la perspectiva de Latour (*Ibíd.*) no pueden ser explicadas a partir de las reglas lógicas (factores cognitivos) que el observador ha roto o a la estructura social (factores sociales) que han influido para producir los cambios mencionados; aunque estos dos elementos ciertamente influyen en los cambios ocurridos en el observador y por lo tanto podrían ayudar a explicar los mismos. Los elementos anteriores, resultan importantes en la explicación de cómo los investigadores llevan a cabo la generación de conocimiento científico considerando que sus resultados de investigación se difundan mediante publicaciones especializadas, pero también que aporten a la resolución de problemas sociales.

El estudio de los factores cognitivos y sociales sin diferenciarlos, ya que ambos se desarrollan conjuntamente cuando se genera conocimiento científico. La propuesta metodológica de estos autores se basa en el estudio del proceso por medio del cuál se genera el conocimiento científico hasta arribar a la construcción de los hechos científicos; en éste caso el trabajo rutinario que desarrollan los científicos en un laboratorio concreto para producir conocimiento científico (Latour y Woolgar, 1995). Los autores mencionados llaman a su método de estudio una monografía de investigación etnográfica de un grupo específico de científicos, para lo cuál realizaron observación participante durante 21 meses en el Instituto Salk de Estudios Biológicos, ubicados en California, EUA (Latour y Woolgar, 1995). Las fuentes de información que los autores utilizaron en su estudio fueron las notas de campo, un análisis intensivo de la bibliografía producida por los integrantes del laboratorio, el material escrito utilizado en el laboratorio como los borradores de artículos en preparación, cartas, memorandos, etc. y las entrevistas realizadas tanto a los miembros del laboratorio como a investigadores que trabajan en el

mismo campo de investigación pero en otros laboratorios (Latour y Woolgar, 1995).

El trabajo de Latour y Woolgar (1995) proporciona una explicación de cómo se construyen los hechos científicos en el laboratorio y como los sociólogos dan cuenta de esta construcción. Así, los autores mencionados describen la vida en un laboratorio desde el concepto de rareza antropológica, es decir, tratando de explicar como el observador ve las actividades que los científicos realizan y no desde las propias explicaciones que dan los propios científicos participantes en el proceso (Latour y Woolgar, 1995). Una vez que los autores se aproximaron a las actividades realizadas por los científicos investigados, se dieron cuenta de que gran parte de la actividad realizada en el laboratorio dependía de los hechos ya contruidos y aceptados, por lo que se hizo necesario estudiar la construcción histórica de los hechos que constituían el material de trabajo del laboratorio, para luego regresar al estudio de los micro procesos negociadores que se daban continuamente en el laboratorio (Latour y Woolgar, 1995).

El estudio de los micro procesos de negociación (factores sociales) fue sumamente importante, porque en las comunicaciones científicas, no se suele abordar este tipo de cuestiones, pues se les substituye con descripciones epistemológicas de procesos de pensamiento y razonamiento lógico (procesos cognitivos) (Latour y Woolgar, 1995). La substitución anterior se da probablemente porque se sigue considerando que el estudio de los fenómenos de la naturaleza es un proceso determinístico, es decir, solo hay una única manera de interpretar un fenómeno natural observado, la cuál por supuesto, una vez que se ha llegado a considerar como válida se asume que es verdadera sin considerar la posibilidad de que otras interpretaciones sobre el mismo fenómeno pueden ser también válidas y por lo tanto verdaderas (Latour y Woolgar, 1995 y Latour, 1992). Por lo anterior, Latour y Woolgar (1995) estudiaron muy cuidadosamente las descripciones alternativas de la actividad científica y la forma en que una interpretación reemplaza a la otra. Otro aspecto que es del interés de los autores mencionados en el párrafo anterior es como los científicos se organizan y las estrategias que adoptan para decidir favorecer la construcción de un hecho u otro (Latour y Woolgar, 1995).

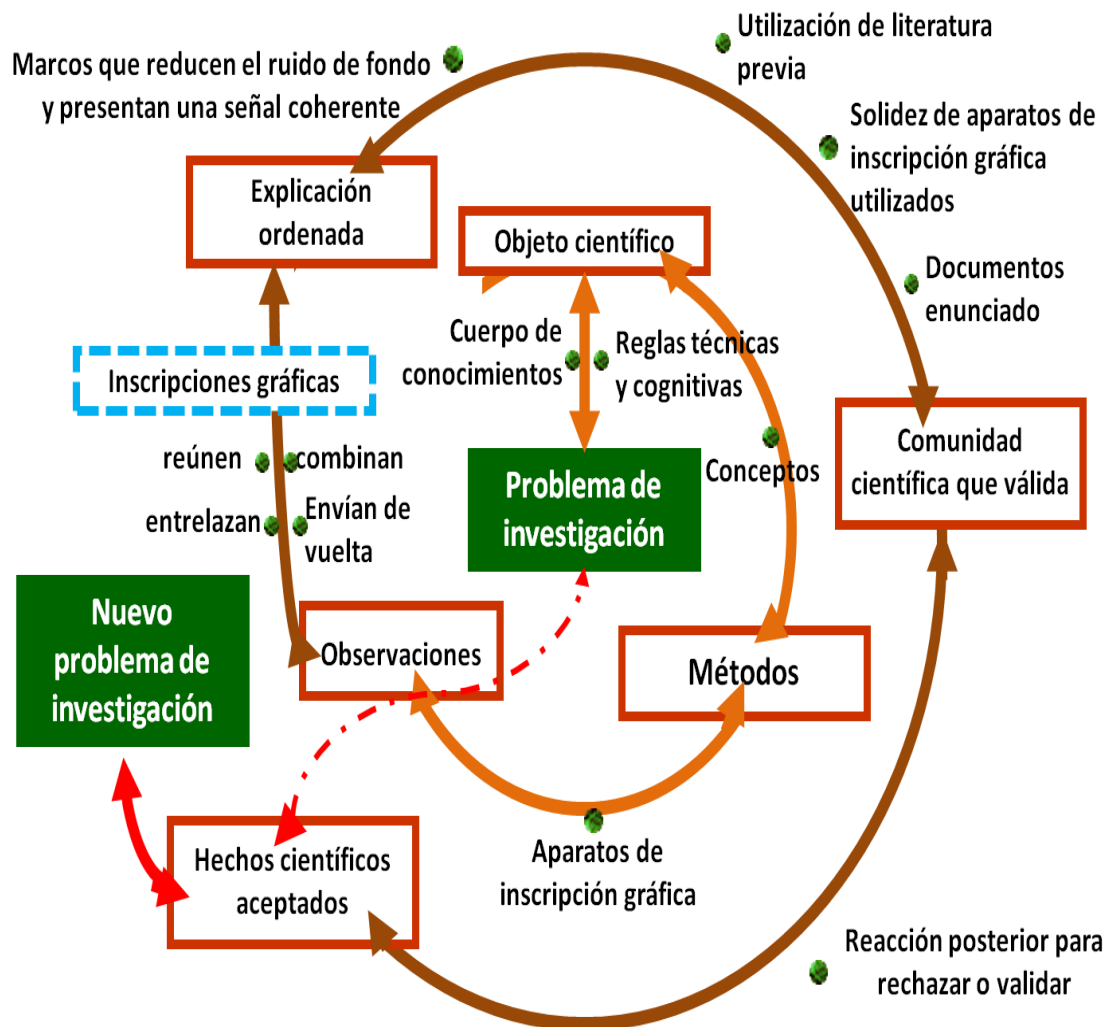


ILUSTRACIÓN 17. LA CONSTRUCCIÓN DE HECHOS CIENTÍFICOS SEGÚN LATOUR Y WOOLGAR (1995). ELABORACIÓN PROPIA.

Foucault y su arqueología del saber

Los historiadores del pensamiento como Foucault (2004), constituyen un buen ejemplo de los análisis históricos relacionados con la generación de conocimiento científico. Para Foucault (2004) el estudio de la historia de la generación de conocimiento científico implica conocer como las instituciones, las prácticas, los hábitos y los comportamientos llegan a ser un problema, debiendo los científicos que se han comportado de unos modos concretos, que tienen cierto tipo de hábitos, que se ocupan en cierto tipo de prácticas y que pone en funcionamiento cierta clase de instituciones, establecer cambios que

les permitan superar los problemas mencionados. Foucault (2004) propuso estudiar la historia del pensamiento mediante

“el análisis del modo en que un campo aproblemático de experiencia, o un conjunto de prácticas que eran aceptadas sin cuestionarlas, que eran familiares y sin discusión, se convierte en un problema, generan discusión y debate, incitan nuevas reacciones y producen una crisis en el comportamiento, en los hábitos, en las prácticas y en las instituciones previamente silenciosos” (Foucault, 2004:108).

Una esquematización de dicho proceso se presenta en la Ilustración 18. La historia de las ideas de Foucault (1979) o su arqueología del saber estudió el campo histórico de las ciencias, pero también el saber literario y el saber filosófico, describiendo los conocimientos que les han servido de fondo empírico, con el objetivo de identificar y describir la experiencia inmediata que el discurso científico, literario y filosófico transcriben. La historia de las ideas es el estudio de la génesis, de los comienzos y de los fines de los sistemas y las obras generadas a partir de las representaciones recibidas o adquiridas por los seres humanos que crean dichos sistemas o dichas obras (Foucault, 1979).

El estudio de las ideas, es

“la disciplina de los comienzos y los fines, la descripción de las continuidades obscuras y de los retornos, la reconstitución de los desarrollos en la forma lineal de la historia (Foucault, 1979:231),

describiendo el cambio que los participantes generan. La historia de las ideas mostró así mismo como

“el saber científico se difunde, da lugar a conceptos filosóficos y toma forma eventualmente en obras literarias; muestra como unos problemas, unas nociones, unos temas pueden emigrar del campo filosófico en el que fueron formulados hacia unos discursos científicos o políticos; pone en relación obras con instituciones, hábitos o comportamientos sociales, técnicas, necesidades y prácticas mudas” (Foucault, 1979:231).

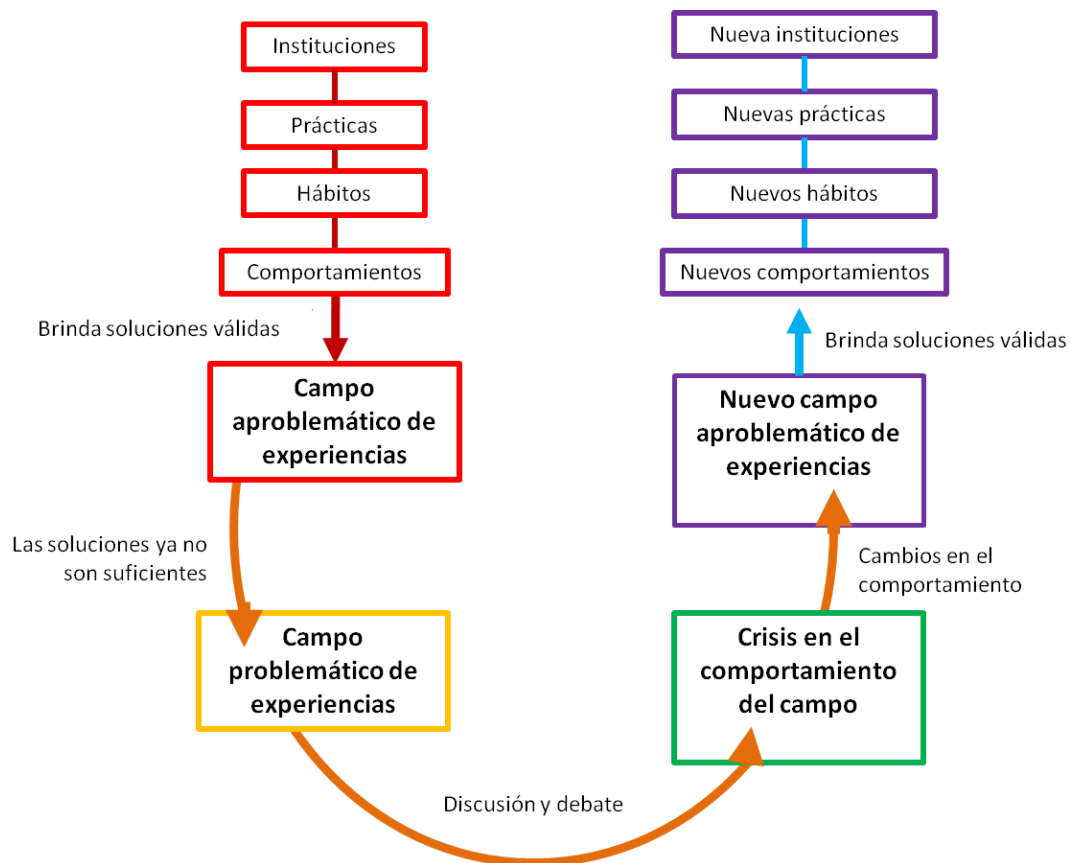


ILUSTRACIÓN 18. LA ARQUEOLOGÍA DEL SABER DE ACUERDO CON FOUCAULT (1979). ELABORACIÓN PROPIA.

Kuhn y las revoluciones científicas

Los estudios filosóficos y epistemológicos se basan en una perspectiva donde la acumulación de observaciones, leyes y teorías da como resultado el acervo siempre creciente del conocimiento científico, es decir, un proceso unidireccional y determinado (Kuhn, 2006). Bajo la perspectiva mencionada, las tareas del historiador son dar cuenta de quiénes y en qué momento han generado el conocimiento científico, así como describir y explicar el cúmulo de errores, mitos y supersticiones que han hecho que la acumulación ocurra más rápidamente (Kuhn, 2006). En la medida en que han aumentado las investigaciones sobre esos errores, mitos y supersticiones, estas han dejado ver que muchos de los errores mencionados, han sido producidos con los mismos métodos con los que ha sido producido el conocimiento científico que

en la actualidad se considera válido y que han sido las decisiones humanas las que han hecho esta distinción entre conocimiento válido o no válido (Kuhn, 2006).

Por lo anteriormente mencionado, el trabajo del historiador entonces se convierte en el estudio de la integridad histórica de la ciencia en una época determinada, preguntándose por ejemplo la relación entre las opiniones de un grupo de científicos determinado y sus contemporáneos, examinando la coherencia interna y la adecuación a la naturaleza de tales opiniones (Kuhn, 2006). En este sentido, fue del interés de Kuhn (2006) demostrar que las directrices metodológicas eran insuficientes para dictar por si mismas una única conclusión, en otras palabras, el uso del método científico en el estudio de un problema determinado no daba un único resultado como siguen creyendo muchos científicos hoy en día. El resultado en cuestión era consecuencia de múltiples factores, como la experiencia previa, los accidentes ocurridos durante la investigación o la propia preparación individual de los investigadores involucrados, los cuáles al cambiar daban como resultado interpretaciones diferentes (Kuhn, 2006). En la Ilustración 19 se esquematiza el proceso anteriormente reseñado.

El estudio de la ciencia desde el punto de vista de Kuhn (2006) ha aportado conocimiento entorno a las determinantes esenciales del desarrollo científico entre las cuáles se encuentran: las creencias que aportan los científicos a la investigación que desarrollan, el orden de los experimentos que realizan para resolver el problema de investigación en el cuál trabajan y los aspectos específicos que le llaman la atención de los resultados obtenidos de los experimentos realizados. Pero también son determinantes las preguntas que se pueden plantear legítimamente acerca de las entidades fundamentales que componen el universo y las técnicas de investigación que se pueden emplear para buscar soluciones a dichas preguntas (Kuhn, 2006).

En las ciencias maduras, las determinantes mencionadas en el párrafo anterior, están firmemente definidas en las tradiciones de investigación y los científicos pertenecientes a dichas tradiciones se encargan de transmitirlas por medio de una educación rigurosa y rígida a la siguiente generación; debido a lo anterior,

las mentes de los nuevos científicos se encuentra muy atenazada por dichas tradiciones, por lo tanto es necesario incluir estas determinantes en el estudio de cómo se genera conocimiento científico para lograr una explicación más adecuada del proceso (Kuhn, 2006).

Es del interés de Kuhn estudiar como una o varias tradiciones de investigación han llegado a conformar la ciencia normal y define a esta como

“la investigación basada firmemente en uno o más logros científicos pasados, logros que una comunidad científica particular reconoce durante algún tiempo como el fundamento de su práctica ulterior” (Kuhn, 2006:70)

El autor mencionado estudia como el elemento de arbitrariedad empleado por las ciencias (influenciados por las tradiciones de investigación a las que pertenecen), para seleccionar los problemas de investigación y las interpretaciones que consideran adecuadas, influyen sobre el desarrollo científico y cómo las comunidades científicas en cuestión defienden esa selección, lo que ha dado lugar a la conformación del sistema de ciencia y técnica con que se cuenta en la actualidad (Kuhn, 2006).

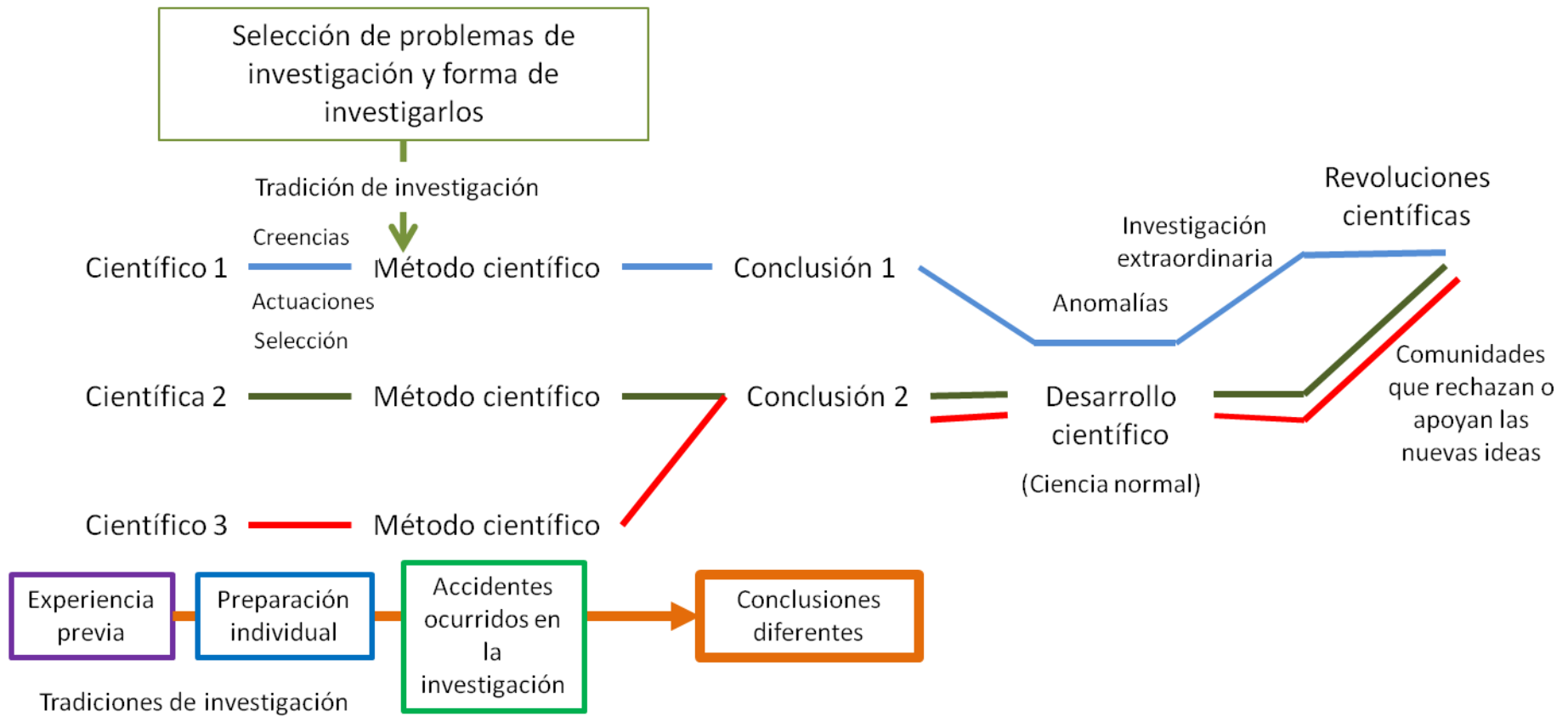


ILUSTRACIÓN 19. LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS SEGÚN KUHN (2006). ELABORACIÓN PROPIA.

De vez en cuando surgen anomalías en los procesos de investigación generados por la ciencia normal; por ejemplo, problemas que no pueden ser abordados por los procedimientos utilizados en la ciencia normal o cuando un equipo experimental deja de funcionar adecuadamente para resolver ciertos problemas en la investigación de la ciencia normal (Kuhn, 2006). La acumulación de dichas anomalías lleva a la realización de investigaciones extraordinarias que generan nuevas bases sobre las cuáles practicar la ciencia, tal como ocurrió con las investigaciones realizadas por Copérnico, Galileo, Lavoisier, Einstein y Planck (Kuhn, 2006). La acumulación de contradicciones en ciencia da lugar a revoluciones científicas en los que el paradigma antiguo (patrón dominante de hacer las cosas) es sustituido por otro nuevo incompatible totalmente o en parte con él, porque el paradigma antiguo ha dejado de

“funcionar adecuadamente en la exploración de un aspecto de la naturaleza hacia el que había conducido previamente el propio paradigma” (Kuhn, 2006:187).

La naturaleza de las revoluciones científicas fue examinada por Kuhn, en particular la actuación de las comunidades científicas para apoyar o rechazar las nuevas ideas y por lo tanto para validar, tanto las preguntas de investigación, como la forma de investigarlas para generar conocimiento científico (Kuhn, 2006).

A continuación se aborda la relación entre la ciencia y la sociedad, cuyos cambios han influido para que las revoluciones científicas estudiadas por Kuhn hayan tenido lugar; por ejemplo, el cambio que esta ocurriendo en la ciencia actual con la emergencia del modo dos o conocimiento socialmente distribuido podría en el futuro ser la base para una revolución científica en la forma de generar el conocimiento científico.

4.3. La relación de la ciencia con la sociedad

La relación de los efectos de la ciencia sobre la sociedad esta mediada en gran parte por la forma en que los científicos conceptúan su relación con la misma. Para algunos científicos, su vínculo con la sociedad es el estudio de objetos y sujetos que forman parte de dicha sociedad; para otros, la relación es más profunda pues investigan cuestiones socialmente útiles, aunque esta utilidad este más bien difusa en un primer momento. Algunos científicos más opinan que se relacionan con la sociedad al educar a las personas que la integran, ya sea en los programas formales especializados o por medio de programas de educación continua o difusión de la cultura científica. También existen investigadores y docentes para quienes la actividad científica igual que toda actividad humana es una actividad social por lo que no se conciben separados de la sociedad. Para otros científicos, los menos, la sociedad no sólo es un objeto de estudio, ni alguien a quien formar, o algo de lo que se forma parte, la sociedad son personas que necesitan soluciones a sus problemas cotidianos, por lo que llevan a cabo investigaciones junto con las personas mencionadas para que el proceso y el conocimiento generado en él les sea de utilidad.

La primera posición de los científicos, mencionada en el párrafo anterior, corresponde a la llamada ciencia académica, que es el modo dominante actual de generar conocimiento científico y cuya finalidad parece ser precisamente la sola generación de conocimiento fiable y su posterior comunicación a través de las revistas especializadas. El modo de hacer ciencia antes nombrado se encuentra fuertemente cuestionado por algunos sectores de la sociedad quienes consideran que la ciencia académica no se preocupa por generar conocimiento socialmente útil porque no es más que un sistema que solo defiende su propia ortodoxia (Ziman, 1978).

Los científicos que perciben la necesidad de generar conocimiento científico en colaboración con los diversos sectores que conforman la sociedad para aportar soluciones a los problemas que ellos viven, trabajan en un nuevo modo de generación de conocimiento llamado por Gibbons *et al.* (1997) como modo 2 o

conocimiento socialmente distribuido. En el modo 2 el conocimiento es generado en un proceso de interacción entre participantes científicos y no científicos, con lo cuál tanto los primeros como los segundos se apropian de este en el mismo proceso de generación (*Ibíd.*). El funcionamiento del modo 2 parece contar con mejores posibilidades que la ciencia académica, para no sólo aportar conocimiento a la sociedad, sino para desatar procesos de aprendizaje social que le permita a dicha sociedad generar las capacidades necesarias para integrar sociedades del conocimiento (*Ibíd.*). Pero la generación de conocimiento socialmente distribuido también enfrenta cuestionamientos provenientes de las estructuras disciplinares que sancionan la fiabilidad, validez y veracidad de lo que se considera como conocimiento científico (*Ibíd.*).

La relación entre la ciencia y la sociedad descrita en los párrafos precedentes ha sido analizada desde un enfoque técnico utilitario o triunfalista, en términos del valor que la ciencia tiene para la sociedad. El valor antes mencionado se centra en la función que cumple la ciencia como proveedora de conocimiento científico para lograr el control ilimitado de la naturaleza; ya que dicho control ha proporcionado mayores comodidades, mayor esperanza de vida y mayor disponibilidad de alimentos a los seres humanos de ciertas sociedades (López, 1998). Este enfoque mantiene que al no haber producido la sociología un conocimiento más detallado de las leyes que rigen las sociedades humanas, no se cuenta con una técnica sociológica que ayude a disminuir los problemas de desigualdad, hambre y guerra que provocan una destrucción ilimitada e indiferente de los seres humanos y del ambiente (Von Bertalanffy, 1976).

No obstante lo anterior, el hombre no es una máquina que puede ser programada; es ante todo un individuo que actúa en función de diferentes racionalidades, valores e irracionalidades y cuya acción individual y social y sus logros correspondientes hacen a la sociedad, (Von Bertalanffy, 1976 y Weber, 1944). El actuar humano en la relación que se establece entre la ciencia y la sociedad puede ser estudiado desde la teoría de la acción social y desde la teoría de la organización proveniente del análisis de sistemas. Los enfoques antes mencionados podrían ayudar a comprender como se ha organizado la comunidad científica que sustenta a la ciencia académica, estructurando

procesos de investigación y de validación de las innovaciones generadas, así como de comunicación del conocimiento generado y por lo tanto definiendo un tipo de relación con la sociedad. La comprensión anterior permitiría establecer líneas de acción para lograr que el poder transformador de la ciencia sea aprovechado por la sociedad (Ziman, 1980).

Más particularmente, el cómo ocurre la relación entre la ciencia y la sociedad podría conocerse a partir del estudio de las interacciones que los científicos establecen con otros individuos cuando generan conocimiento científico. Por ejemplo, estudiar las racionalidades y valores que los científicos y la sociedad ponen en juego, expresados éstos en fines y medios para lograr los fines deseados podría servir para identificar como influyen éstos en el sentido de la relación. Los fines posteriormente se convierten en funciones conforme las relaciones sociales se institucionalizan, por lo que su estudio podría ayudar a diseñar estrategias que permitieran mejorar la relación entre la ciencia y la sociedad. Por lo antes mencionado, en el presente trabajo se propone estudiar la función que cumplen cada uno de los dos modos que para generar conocimiento científico se emplean en la actualidad, a saber la ciencia académica y el conocimiento socialmente distribuido, en la generación de innovaciones, que en términos teleológicos es el principal producto que la sociedad busca en la ciencia.

4.3.1. La relación entre la ciencia y la sociedad

El lunes 6 de abril de 2009 apareció en El País una noticia que ilustra la creciente importancia que el conocimiento científico ha llegado a tener en nuestra sociedad, “El aborto enciende a los científicos. La creciente movilización de los principales científicos del país no tiene precedentes”. Más de 2000 firmas de científicos avalaron un manifiesto llamado Declaración de Madrid que presentaba argumentos que pretendían cimentar en la razón científica una posición antiabortista. Por el contrario, otros mil investigadores presentaron un contra documento denunciando la creciente utilización

ideológica de la ciencia en materias propias de la ética y las creencias personales y religiosas.

Lo que se puede inferir de la noticia anterior es que sí alguien quiere que su idea tenga mayor peso sobre la opinión pública, entonces dice que se basa en investigaciones científicas, con lo cual, estará invocando el respaldo de todo un sistema reconocido por la sociedad como el único válido en la actualidad para generar conocimiento.

A partir del predominio del sistema capitalista, después de la revolución industrial en Inglaterra (Boisier, 2005), el conocimiento científico y por lo tanto el sistema de ciencia y técnica se instauraron como saberes dominantes (formando un sistema tecnocognitivo), porque produjeron un conocimiento técnicamente utilizable que pudo ser transformado en innovaciones que revolucionaron y lo siguen haciendo, la producción y acumulación de ganancia, es decir, promovieron el progreso técnico y por lo tanto el potencial de las fuerzas productivas, aumentando el progreso económico (Habermas, 1986). Así, el conocimiento científico se convirtió en proveedor de información para el actuar del hombre de una forma racional, que fue llamada por Weber (1944) **acción social racional con arreglo a fines** y luego simplificada por Habermas (1986) en el término “**la acción racional con respecto a fines**”, con lo cual, la sociedad utilizó el conocimiento científico para actuar instrumentalmente sobre la naturaleza dominándola, pero también validando o justificando el dominio de una clase social sobre otra, en aras de la instauración del progreso económico.

Hasta antes de fines del siglo XIX la incorporación de innovaciones a las técnicas de producción siempre había sido esporádica; sin embargo, con la instauración del sistema de ciencia y técnica y más aún con los sistemas de innovación y desarrollo privados, los sistemas productivos han logrado que el proceso se lleve a cabo constantemente, incrementando considerablemente el progreso económico (Boisier, 2005). La idea de que más ciencia generaría más técnica y esta a su vez produciría más riqueza, con la cuál se podría incrementar el bienestar social se convirtió en el paradigma esencialista y triunfalista de la ciencia y en el fundamento de la legitimación del sistema capitalista (Boisier, 2005, Habermas, 1986 y López, 1998). Marx (citado por

Habermas, 1986) menciona que el progreso científico técnico se convirtió en una fuente independiente de plusvalía, por lo que la técnica con base científica se transformó en la forma global de producción material, caracterizando a toda una cultura y proyectando una totalidad histórica “un mundo”.

En el modelo de la evolución sociocultural del hombre, la disposición de innovaciones técnicas que le permitieran controlar a la naturaleza ha dominado el progreso económico y social (Habermas, 1986). A partir de las sociedades de clase, estatalmente organizadas, se produjo una gran separación de las técnicas de producción, que se volvieron independientes del régimen político gobernante; es decir, el saber se convirtió en conocimiento técnicamente utilizable que pudo ser almacenado y empleado con relativa independencia de cómo los hombres interpretaban el mundo (*Ibíd.*). Este saber se incrementó en la época moderna a partir de la creciente generación de conocimiento científico, promoviendo la racionalización de la acción del hombre (la razón subjetiva) y de sus sociedades mediante la disociación de la organización de la convivencia, despolitizándola y vinculándola en su lugar al sistema de acción racional con respecto a fines, es decir, a una actuación individual para lograr el éxito social (Habermas, 1986 y Horkheimer, 2002).

La participación del estado como regulador de los procesos de producción y apropiación de los productos técnicos también es importante en la relación de la ciencia con la sociedad, ya que dicha actividad se está dejando a la libre negociación entre las instituciones que generan conocimiento y las empresas que lo emplean (Varelo, 2002). De este modo, la participación pública en la elaboración de la política científica requiere de una mayor difusión y un mayor conocimiento de lo que genera el científico, pero también requiere de un mayor conocimiento por parte de los ciudadanos de las posibles consecuencias de las aplicaciones técnicas y de la valoración de las diferentes opiniones que surgen de las diversas fuentes de conocimiento “experto” (*Ibíd.*).

Sin embargo existe un enfrentamiento al respecto, pues la ideología de la ciencia “pura” argumenta que debe ser cultivada por individuos estimulados únicamente por la búsqueda desinteresada de la verdad y que, no obstante debe ser sostenida pródigamente por la sociedad debido a los beneficios que

quizás fluyan alguna vez de ella (Rubén, 1993-1994). Es necesaria la promoción de una política científica que defina líneas generales, por vía de sugerencia para no inhibir la creatividad, pero equilibrada entre el control autoritario y la libertad absoluta dada por la indiferencia o la generosidad extravagante y además en cuya elaboración se incorpore la participación de la comunidad científica involucrada (Bunge, 1985).

Cierto es que resulta difícil calcular la utilidad de alguna investigación básica en particular para una necesidad humana concreta; sin embargo, Ziman (1978) hace hincapié en que es necesario preguntarse sobre el lugar que ocupa la ciencia en la sociedad para indagar sobre cuestiones relacionadas con la economía de la investigación y el desarrollo de la organización de las instituciones científicas, las prioridades y planificación de la investigación y los dilemas éticos a los que se enfrenta el científico socialmente responsable (Ziman, 1980).

La ciencia y por lo tanto una epistemología social debe considerar que de no tratar cuestiones evaluativas y políticas más allá del análisis descriptivo, estará reforzando con sus investigaciones el *status quo*, que prefiere tener como enfoque epistemológico una concepción asocial de la ciencia (Varelo, 2002). El planteamiento anterior se enfrenta a muchos y muy variados problemas, por ejemplo la dificultad para generar problemas interdisciplinarios por la separación disciplinar que existe; la generación de proyectos de gran ciencia negociados entre la industria y los gobiernos y la oposición de algunos científicos a que se regule externamente la dirección de su trabajo, de acuerdo a lo planteado por Bunge (1985).

Una alternativa al problema antes descrito ha sido llevada a cabo en Dinamarca, Japón y recientemente en Estados Unidos lo conforman los paneles de consenso o conferencias de consenso los cuáles han sido utilizados para evaluar y decidir la tecnología a utilizar; dichas instancias podrían servir para unir a expertos y legos en la discusión sobre el tipo de investigaciones y la manera de conducirlas que sean más pertinentes para todos y cuyas conclusiones que sean consideradas por gobiernos e instituciones (Varelo, 2002).

En la actualidad, el cientificismo y la tecnocracia, se han instaurado como la ideología dominante; ambos son una posición política que consiste en determinar el futuro mediante la planeación científica racional o la salvación de la humanidad mediante la aplicación de las reglas y métodos de la razón científica (Habermas, 1986 y Horkheimer, 2002). Dicho enfoque asigna el papel protagónico al conocimiento científico como único proveedor de información válida o verdadera para la actuación humana, descalificando cualquier otro medio de conocer a tal grado que conocimiento se ha llegado a considerar solo al conocimiento científico y la teoría del conocimiento ha sido sustituida por la filosofía de la ciencia (*Ibíd.*). Así, los hombres creadores de ciencia los científicos han sido considerados cada vez más como “expertos” que no sólo pueden, sino que tienen que aconsejar a la sociedad en una gran variedad de tópicos (Rubén, 1993-1994, Habermas, 1986 y Horkheimer, 2002), como en el caso de la controversia que se suscitó entre los científicos españoles entorno al tema del aborto.

Para Habermas (1986) y Marcuse (citado por Habermas, 1986) hace falta emancipar a la ciencia y a la técnica de sus bases de dominio para emancipar de esta forma a la sociedad y a sus individuos, estableciendo no un círculo funcional de dominación; sino uno de liberación, viendo a la naturaleza como sujeto y no como objeto. Tal demanda cobra importancia porque en las condiciones evolutivas de la sociedad actual, donde el conocimiento científico (que cambia a una velocidad asombrosa) se ha convertido en el marco cognitivo predominante (Boisier, 2005). No es posible pensar el mundo sin la contribución que esta forma de conocimiento provee, por ejemplo, hoy es más necesario que nunca el aporte de conocimiento para el desarrollo de los territorios, tal como lo apunta Jacques Boudeville (citado por Boisier, 2005), para quién las universidades debían convertirse en los cerebros de los territorios donde se asentaban, haciendo patente la necesidad de que dichas localidades recibieran, adecuaran y crearan conocimiento para participar de la autogestión de su desarrollo.

Una forma que tienen los territorios de acceder a la generación de conocimientos científicos es promoviendo la colaboración entre las instituciones académicas y de investigación y los demás sectores de la sociedad para

fortalecer la productividad y competitividad de empresas, sectores, regiones y países (OCDE, 2009a). La colaboración entre las instituciones generadoras de conocimiento científico y los sectores sociales y productivos se ha hecho posible e incluso demandada debido a la masificación de la educación superior que ha incrementado y diversificado los lugares donde se puede utilizar y generar también conocimiento científico (Gibbons, *et al.*, 1997). De esta manera, diversos organismos, entre los que destacan los gobiernos, las empresas, las industrias y organismos internacionales como la OCDE, han promovido la formación de redes de colaboración que faciliten la comunicación, la colaboración, el intercambio de experiencias, la transferencia de tecnologías y el desarrollo organizacional que facilite los procesos de aprendizaje, el cambio técnico, la innovación y la formación de recursos humanos especializados (OCDE, 2009a).

Así, en el plano productivo, la colaboración en red permite a las grandes empresas acceder al conocimiento que pudo haber sido generado en cualquier parte del mundo; pero serán sobre todo las pequeñas empresas, con su dinamismo y flexibilidad, las que podrán aprovechar mejor dicho conocimiento (Gibbons, *et al.*, 1997). La demanda de conocimiento reconfigurado para la identificación y solución de problemas, ha hecho que surjan industrias del conocimiento quienes se han encargado de transformar el conocimiento fundamental existente en formas novedosas que pueden ser vendidas y compradas en un mercado cada vez más amplio (*Ibíd.*).

La materia prima que utilizan las industrias del conocimiento, es el conocimiento generado por las comunidades científicas y tecnológicas globales y que se encuentra codificado en las revistas especializadas (*Ibíd.*). Es decir, la ciencia académica esta proveyendo de conocimiento científico a la sociedad a través de estas redes de industrias del conocimiento. ¿Qué tan extendidas se encuentran dichas industrias del conocimiento en España y en México? ¿El conocimiento científico producido por los sistemas de ciencia y técnica de ambos países esta beneficiando entonces a las sociedades de dichos países o bien esta generando conocimiento científico para otras sociedades que pueden crear y difundir dichas industrias del conocimiento?

La subcontratación por parte de las empresas de servicios de investigación, lo que las exime de mantener costosos departamentos de investigación, a la vez que les posibilita seguir contando con la generación de conocimiento como insumo para la innovación es un ejemplo de competencia y colaboración característico del nuevo paradigma de desarrollo tecno-cognitivo (Gibbons, *et al.*, 1997). La interconexión entre competencia y colaboración entre las empresas contratantes, las industrias del conocimiento (cuyo producto a comercializar es el conocimiento mismo) y los centros académicos serán las que determinen el resultado que el paradigma del conocimiento socialmente distribuido traerá para la generación de conocimiento científico, según lo plantean Gibbons, *et al.* (1997).

Como respuesta a los cuestionamientos anteriores, se han diseñado propuestas alternativas donde las redes de colaboración son aprovechadas por las sociedades locales para generar desarrollo endógeno, por ejemplo, los sistemas regionales de innovación y los clusters. Los sistemas regionales y los cluster son mecanismos de vinculación entre la ciencia y la sociedad que han tomado gran relevancia por el interés que han puesto en ellos tanto gobiernos como organismos internacionales (OCDE, 2009a). Un sistema de innovación esta constituido por los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y útil económicamente, los sistemas de innovación nacional, en consecuencia abarcan elementos y relaciones que están ubicados dentro de las fronteras de un estado nación (Lundvall, 2010). Dos elementos importantes de los sistemas de innovación lo constituyen el aprendizaje y los cambios, ambos, dependen de la acción social y son actividades que se refuerzan mutuamente y que le imprimen sus rasgos característicos al sistema, ya que el aprendizaje permite el cambio y a su vez este demanda mayor aprendizaje, por lo que es posible establecer tanto círculos virtuosos como viciosos si no se refuerzan ambos procesos adecuadamente (*Ibíd.*). Los sistemas regionales de innovación agregan la visión de impacto como un proceso dinámico constitutivo por lo que también se convierten en medios para investigar como ocurren los procesos de vinculación entre los actores participantes en ellos (Estébanez, 1998).

Lo más importante en la investigación de este tipo de sistemas es que identifiquen el lugar específico que los agentes de la transferencia de conocimiento ocupan en el mismo, por lo que es posible identificar el rol o la función de los centros de generación de conocimiento en el proceso general de la innovación, así como el papel del resto de los agentes que participan en dicho proceso (*Ibíd.*). Por otro lado, es necesario estudiar los mecanismos de la distribución y adopción de los productos generados por la ciencia (lo cuál muchas veces ya no se encuentra dentro de las actividades desempeñadas por los centros de generación de conocimiento), pues no basta con generar buena ciencia, si su aplicabilidad no se hace efectiva al ser usada por los destinatarios finales (*Ibíd.*).

El cluster es definido como la concentración de empresas y de otros actores afines interconectada como las instituciones académicas y de investigación, donde además la proximidad geográfica facilita el establecimiento de interacción (OCDE, 2009a). Los clusters pueden ser parte de sistemas de innovación regionales, en cuyo caso, aprovechan las ventajas de éstos. La idea en ambos casos es que el conocimiento se genere, se difunda y se utilice para dinamizar los procesos productivos (*Ibíd.*). Ambos mecanismos de vinculación requieren que las instituciones académicas y de investigación generen capacidades diversas y complejas y que además tienen que cambiar muy rápidamente en concordancia con la evolución de los sistemas con los cuáles se relacionan (*Ibíd.*).

Ambos, clusters y sistemas nacionales o regionales de innovación, en el fondo forman sistemas de conocimiento y en algunos casos industrias basadas en el conocimiento, es decir, que utilizan el conocimiento para producir bienes o servicios que son los que comercializan o bien se convierten en industrias del conocimiento, porque este es el bien o servicio que comercializan (Gibbons, *et al.*, 1997 y OCDE, 2009a). El estudio de éstos sistemas permite abordar las variadas funciones vinculadas a la circulación de conocimiento: producción, transmisión, acopio, difusión y uso, que forman una cadena en donde intervienen una gran diversidad de actores (Estébanez, 1998). Para estudiar a esta gran diversidad de actores, el concepto de red (un modelo sociológico) puede servir para identificar la participación de los mismos y la diversidad de

sus relaciones que propician flujos de información e interactividad en los procesos decisorios para identificar a los actores estratégicos en la producción de conocimiento y a los actores importantes para la resolución de problemas sociales (*Ibíd.*).

4.3.2. Estudios sociales de la ciencia o cómo se ha estudiado la relación de la ciencia con la sociedad

Con un enfoque crítico los estudios sociales de la ciencia o estudios sobre ciencia tecnología y sociedad tratan de entender el fenómeno científico técnico en su contexto social, es decir, en su relación con los condicionantes que existen en la sociedad para que la generación de conocimiento científico se lleve a cabo como a las consecuencias que dicha generación tiene sobre la sociedad (López, 1998). En términos de análisis sistémico, las primeras serían las entradas o causas del funcionamiento del sistema y las segundas serían los efectos o salidas que este tiene sobre la sociedad (Luhmann, 1983).

El origen de los estudios de ciencia tecnología y sociedad se encuentra en el mayor interés que la sociedad manifestó hace tres décadas por la regulación de las investigaciones que los científicos llevaban a cabo (López, 1998). El cuestionamiento del movimiento contracultural de fines de los sesenta y principios de los setenta hacia la responsabilidad de los científicos al aceptar investigar tales o cuáles temas y de la ética implícita en determinadas investigaciones como las de carácter militar o biológico hizo que se crearan instancias gubernamentales cuya función era verificar el rol que la ciencia y la técnica estaban desempeñando en la sociedad, como por ejemplo la Agencia de Protección Ambiental y la Oficina de Evaluación de Tecnologías, creadas en 1969 y 1972 en EUA respectivamente (Bunge, 1985; López, 1998 y Ziman, 1980).

Antes de la década de los sesenta del siglo pasado, los estudios realizados acerca de la generación de conocimiento científico fueron fundamentalmente

filosóficos, indagaciones llevadas a cabo por científicos o por filósofos que intentaron reflexionar sobre el análisis racional de los contenidos de la ciencia y de los procesos y habilidades cognitivas que se ponen en juego bajo normas técnicas y sociales aceptadas como válidas en diferentes épocas para generar el acervo de conocimiento que integran el conocimiento científico (Latour y Woolgar, 1995). Entre los principales filósofos que estudiaron la generación de conocimiento científico e influyeron sobre la forma de hacer ciencia se encuentran: Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1650), Immanuel Kant (1724-1804), Friedrich Hegel (1770-1831) y Edmund Husserl (1859-1938). Como ejemplo de las reflexiones filosóficas de los científicos se tienen el trabajo sobre metafísica de Aristóteles (384-322 a. C.), las reflexiones hechas por Galileo (1564-1642) para separar la ciencia de la religión y otorgarle el derecho a existir a la primera y las hechas por Ernst Mach (1838-1916) y Pierre Duhem (1861-1916) para separar a la ciencia de la metafísica y los trabajos de James Clerk Maxwell (1831-1879), Max Planck (1858-1947), Albert Einstein (1879-1955), Werner Heisenberg (1901-1976) y Richard Feynman (1918-1988) entorno a las consecuencias de sus investigaciones científicas sobre la sociedad. (Aristóteles, 1994; Clerk Maxwell, 2006; Dubos, 1996; Einstein, 1941; Feynman, 1980; Fornes, 1982; Galileo, 2006; Heisenberg, 1997; Husserl, 1982 y Planck, 1941).

Mención aparte requieren los científicos que sentaron las bases de las ciencias sociohistóricas pues la necesidad de delimitar tanto los objetos de estudio válidos, los intereses cognitivos, los métodos de investigación y la forma de interpretar los resultados de las investigaciones realizadas los llevaron a reflexionar entorno a las condiciones dadas por el contexto en el que se realiza la acción humana y por lo tanto la forma de producir ciencia como parte de dicha acción (Weber, 1944). Destacan aquí las contribuciones hechas por Dilthey, Windelband, Rickert, Rocher y Knies que permitieron a Max Weber sentar las bases de la sociología comprensiva (Gil Antón, 1997).

Es precisamente el reconocimiento de que el proceso de generar conocimiento científico es una acción social y que por lo tanto esta influenciada por un contexto y gobernada por valores morales, intereses profesionales, presiones económicas lo que llevo a los investigadores sociales en la década de los

sesenta a cuestionarse la forma en que hasta entonces se había estado estudiando al sistema de ciencia y técnica establecido (Latour, 1992 y Latour y Woolgar, 1995). La aparición en 1962 del trabajo de Kuhn sobre la estructura de las revoluciones científicas llamó la atención acerca del papel de los elementos sociales e históricos sobre la forma de hacer ciencia (Kuhn, 2006). Antes del trabajo de dicho autor, los historiadores de la ciencia se dedicaban a hacer un listado de los inventores o descubridores de los conocimientos que pasaban a formar parte del acervo científico o en su defecto describir y explicar los hechos que llevaron a inhibir el avance progresivo de la ciencia (*Ibíd.*). Kuhn (*Ibíd.*) demostró que los científicos en base a la experiencia previa y a su preparación individual seleccionan preguntas de investigación y formas de investigarlas que los llevan a conclusiones similares, pero a veces también diferentes. Las conclusiones similares llevan al desarrollo científico de la ciencia normal, pero la acumulación de conclusiones diferentes lleva a anomalías que posteriormente se transforman en investigaciones extraordinarias y que dependiendo del rechazo o apoyo de la comunidad científica hacia las nuevas ideas, estas investigaciones extraordinarias tarde o temprano se transforman en revoluciones científicas (*Ibíd.*).

La influencia de Kuhn se extendió prontamente hacia el campo de la sociología y en la década de los setenta Barnes, Bloor y Shapin de la Universidad de Edimburgo crearon el Programa fuerte de sociología del conocimiento científico dando inicio a lo que se conoce como Estudios de Ciencia y Tecnología (STS por sus siglas en inglés) (López, 1998). El programa fuerte basó sus investigaciones en el estudio de la investigación científica como un fenómeno empírico que está influenciado por las tradiciones de investigación de las que provienen los científicos, es decir, la experiencia previa y la preparación individual que planteó Kuhn, y que dichos científicos cuestionan o aceptan pero que no pueden dejar de lado (Barnes, 1982 y López, 1998). De esta manera, Barnes (1982) propuso el análisis de las tradiciones de investigación en la producción de conocimiento a partir del estudio de las formas de percibir la realidad, las formas de investigarla y de las interacciones humanas para generar mecanismos de socialización y métodos para ratificar las innovaciones aceptables implícitas en la manera en cómo se genera conocimiento científico.

El programa fuerte dio inicio a su vez a la corriente europea de STS, pues varios de los estudios que se realizaron posteriormente tuvieron sus raíces en dicho programa, por ejemplo el Programa Empírico del Relativismo de Collins, los desarrollos del constructivismo social de Mulkay, los estudios sobre los laboratorios científicos de Latour y Woolgar (1995), los estudios sobre las culturas epistémicas de Knorr-Cetina (1998), la etnometodología o los estudios culturales de la ciencia (Latour, 1992).

Las investigaciones realizadas en la corriente de STS empezaron a diferenciarse en estudios que ponían el énfasis bien en los aspectos sociales del proceso de generación de conocimiento científico como los aspectos sociopolíticos, polémicos y discrepantes, convirtiéndose más en una sociología de los científicos que en sociología de la ciencia; o bien en los procesos y habilidades cognitivas necesarias para generar conocimiento científico (Latour y Woolgar, 1995). Por ejemplo, Nigel y Mulkay (1984) mencionaron que los aspectos técnicos como el cuerpo de conocimiento establecido y las normas técnicas y cognitivas tenían mayor influencia sobre la generación de conocimiento científico que las normas sociales.

De esta forma, las investigaciones enmarcadas en STS correspondían a estudios macrosociológicos que podían dar buena cuenta de los rasgos más amplios de la ciencia como las modas, la influencia cultural, etc, pero no podían explicar el microcontenido o los factores sociales que intervenían en el procesos de generación del conocimiento científico (Latour (1992). Por el contrario, los estudios microsociológicos como la etnometodología, la microsociología, el interaccionismo simbólico, la antropología cognitiva , la historia cultural y la historia de las prácticas describieron los procesos de generación de conocimiento científico pero no pudieron relacionarlos con el contexto social, político e histórico en el que se desarrollaban dichos procesos (*Ibíd.*).

Algunos científicos que continuaron sus investigaciones en la corriente de STS se dieron cuenta de la separación mencionada anteriormente e intentaron realizar investigaciones que integraran tanto los factores sociales como los cognitivos, estudiándolos tanto a nivel micro como macro sociológico (Latour y

Woolgar, 1995). Por ejemplo Mullins (1972; citado por Latour y Woolgar, 1995) llegó a la conclusión que los procesos sociales se daban de forma conjunta con desarrollos en el lado intelectual, en otras palabras que ciertos desarrollos sociales permitían la investigación de ciertos temas, pero que éstos también influenciaban la forma en que dichos desarrollos sociales ocurrían. El mismo Mulkay en el trabajo que realizó en 1984 junto con Nigel sobre la evolución cognitiva de la investigación en bioquímica mencionó que dicha investigación debería hacer referencia a factores sociales, políticos y personales, a la par de los aspectos razonados o evidencia objetiva, para lograr una explicación completa del fenómeno (Nigel y Mulkay, 1984).

El mismo trabajo realizado por Latour (1992) y Latour y Woolgar (1995) sobre la construcción de hechos científicos en los laboratorios de investigación científica constituyen un claro ejemplo del estudio integrado de los elementos sociales con los cognitivos. Latour (1992) denomina como aspectos internos a los aspectos cognitivos de la investigación científica y aspectos externos a los elementos sociales que intervienen en dicho proceso y de hecho propone que se estudien primero los aspectos externos o las formas en que las inscripciones gráficas (la forma en que se presentan los resultados de investigación en la ciencia actual) se reúnen, se combinan, se entrelazan y se envían de vuelta y después si hay dudas sobre la generación e conocimiento científico, entonces se estudien las explicaciones cognitivas del mismo, para alejar a la sociología de las interpretaciones psicológicas.

Posteriormente Latour y Woolgar refinaron estos planteamientos en su trabajo de 1995 para investigar la forma en que se construyen y se imponen los marcos que dan orden a las observaciones hechas por los científicos, denominadas por Barnes como tradiciones de investigación. Los marcos determinan la importancia del conocimiento generado, para lo cuál los investigadores necesitan soportar sus estudios en literatura previa y métodos de investigación plasmados en aparatos de inscripción gráfica y necesitan producir enunciados y documentos identificados como válidos para ese campo determinado de estudio (*Ibíd.*). Además, son sumamente importantes en el proceso de generación de conocimiento científico las reacciones posteriores de

la comunidad científica para valorar y aceptar o rechazar el conocimiento generado (*Ibíd.*).

La tradición estadounidense por su parte estuvo más interesada en las consecuencias de los productos técnicos generados por la sociedad a partir de los descubrimientos científicos; temas como el impacto ambiental, la degradación de los recursos naturales, y la dominación social, han sido estudiados por investigadores activistas desde las humanidades y las ciencias políticas, quiénes difundieron sus resultados de investigación a través de la enseñanza y la participación política (López, 1998). Los investigadores estadounidenses que participaron en éste tipo de estudios, ya no hablaban de estudios sociales de la ciencia sino de ciencia tecnología y sociedad (STS nuevamente por sus siglas en inglés) (*Ibíd.*).

Los estudios de STS derivaron en un tercer campo, el educativo, ya que investigadores de diversas ramas empezaron a desarrollar investigaciones entorno a la forma de comunicar el conocimiento científico en la educación formal, sobre todo la educación secundaria y universitaria (*Ibíd.*). Los estudios de educación en STS han tratado sobre todo de posibilitar la unión de la cultura humanística con la cultura científica en los programas educativos para formar ciudadanos capaces de tomar decisiones informadas, al mismo tiempo que se concientiza a los científicos sobre los problemas de la sociedad (*Ibíd.*).

La forma de incorporar contenidos sobre STS en los programas educativos han seguido tres caminos diferentes, por un lado se plantea que los temas relacionados con STS pueden ser abordados por medio de materias específicas que traten los problemas más generales de este campo de conocimiento (*Ibíd.*). Una segunda opción, ha sido la incorporación transversal de los contenidos STS, es decir, su tratamiento como un tema extra en todas las materias relacionadas con el campo de conocimiento (*Ibíd.*). La tercera opción consiste en transformar todo el currículo relacionado con ciencia y técnica utilizando el enfoque STS, lo cuál tendría como ventaja el desarrollo en los estudiantes de las capacidades de comprensión y crítica sobre temas científicos (*Ibíd.*).

El análisis de los estudios hechos acerca del contexto cultural y social donde se realiza la actividad científica permitió a su vez centrar la discusión en las diferencias institucionales y culturales entre países y su impacto sobre las prácticas científicas y últimamente en la relación que se ha establecido entre la investigación científica y la sociedad al masificarse el acceso a la información y al conocimiento científico por medio de las tecnologías de información y comunicación (Vessuri, 2002). Ejemplo de lo anterior son las investigaciones llevadas a cabo por Vessuri (*Ibíd.*) entorno a la apropiación social del conocimiento científico por medio de la utilización de un portal para el diálogo global en el campo de la ciencia, la técnica, el desarrollo y la innovación, dirigido a un público muy amplio interesado en el papel de la ciencia y la técnica en el desarrollo sustentable.

Lo que dejan ver las nuevas investigaciones en STS es que el interés tanto de los investigadores como de la sociedad ha cambiado de sólo investigar la influencia de la sociedad sobre el desarrollo de las investigaciones científicas o las consecuencias que las investigaciones científicas tienen en la sociedad a cómo puede participar esta, tanto en la definición de lo que se investiga como en el mismo proceso de generación de conocimiento científico (*Ibíd.*). Para que la sociedad participe en los procesos de generación de conocimiento científico requiere de una alfabetización en el cuerpo de conocimientos que integra el conocimiento científico para poder comprenderlo y utilizarlo, tema para el cuál es sumamente importante tanto el trabajo educativo en STS como los procesos de apropiación social del conocimiento científico (*Ibíd.*).

4.3.3. La generación de conocimiento científico como acción social

La ciencia es acción social racional en términos de que se origina en la conducta humana que tiene un sentido, el de aplicar la razón para el conocimiento y explicación del mundo, y es social porque ese sentido esta referido a la conducta de otros orientándose por ella en su desarrollo (Weber, 1944). La justificación de la existencia de la ciencia esta dada por las

posibilidades que su acción social racional aporta al hombre, es decir, por la posibilidad que le brinda de conocer, explicar, proyectar y prever su actuar de la misma forma en que solo puede darse la acción responsable si se considera posible el conocimiento racional que lo juzga (Medina Echavarría, 1944).

La búsqueda del conocimiento del hombre y de su actuar llevó a Weber a desarrollar medios empíricos provenientes de la historia que fueran distintos a los especulativos. Dicho autor planteo que existe una diferencia entre la ocurrencia de acciones sociales racionales, referidas al razonamiento lógico matemático y a la consecución de valores o fines y entre las acciones endopáticas relacionadas con lo vívido en la acción y por lo tanto con los afectos o con la recepción artística de la misma (*Ibíd.*). El conocimiento de un hecho, en éste caso la acción humana de generar ciencia, puede darse a través de la medición, por ejemplo, de los logros alcanzados o producidos por dicha acción. Sin embargo, la comprensión de tal acción, es decir, el entendimiento de lo que se observa, puede hacerse interpretando el sentido de la misma, en otras palabras, explicando el sentido de las acciones o los motivos de ellas, en el caso que nos ocupa la generación de conocimiento científico (Weber, 1971 y 1944).

La comprensión de la acción humana puede hacerse reconstruyendo internamente sus motivaciones para encontrar la causalidad de su ocurrencia. Una forma de estudiar tal causalidad es investigar las conexiones entre los fines y los medios que la persona identificó de tal forma que la racionalidad de la acción (que no la acción misma) pueda ser imputada con grados de precisión diverso de acuerdo al material de que dispongamos (*Ibíd.*). Por lo que respecta al proceso de generar conocimiento científico, la acción humana involucrada en el mismo podría ser estudiada a partir de la causalidad que se encuentra implícita en la determinación de investigar ciertos fenómenos y con ciertos medios. Tal causalidad, como se vio en el apartado anterior esta determinada por las tradiciones de investigación en las cuáles fueron formados los científicos que intervienen en el proceso.

El estudio de los fines y medios involucrados en la acción social recibió el nombre de valoración teleológica y como propuesta metodológica, sirvió para

explicar comprensivamente mediante elaboración conceptual, rigor lógico y la posibilidad de confrontarlo con la empírea, la racionalidad de la acción humana con arreglo a fines, como la llama Habermas (1986). En otras palabras, dicha acción es aquella que ha sido determinada por fines conscientemente queridos y por un claro conocimiento de los medios (Weber, 1971). Además de lo anterior, una vez que se puede valorar teleológicamente una acción social también se puede determinar las consecuencias lógicas que la consecución del fin deseado acarrearía (*Ibíd.*). El planteamiento metodológico de Weber (*Ibíd.*) concluye con la comparación de la racionalidad observada y comprendida de una acción social con tipos ideales. Dicha comparación pretende inferir conexiones objetivamente posibles de dicha acción, mediante el análisis causal de las conexiones históricas de los fenómenos sociales. Por ejemplo, la adecuación de los medios para los fines propuestos o bien las razones de la obtención de resultados distintos a los deseados (Weber, 1971 y 1944).

Retomando lo anterior, la comprensión del sentido y de las consecuencias de la acción humana involucrada en la generación de conocimiento científico puede hacerse no a través de su comparación con tipos ideales; sino más bien a través de la valoración teleológica de la ciencia académica, el modo predominante de hacer ciencia en la actualidad y su comparación con la valoración teleológica del conocimiento socialmente distribuido o modo emergente, para comprender mejor los cambios que se están produciendo en el hacer ciencia y su pertinencia en la sociedad actual.

La teoría de la acción social fue sintetizada en la teoría del acto, es decir, la acción humana que crea sociedad, y que inicialmente fue estudiada por la sociología, pero que posteriormente ha sido abordada por otros dominios de conocimiento como el saber histórico o la antropología humana (Luckmann, 1996). La teoría sociológica del acto estudia las características de la acción en tanto conducta guiada por objetivos y por tanto consiente de su intervención en el futuro. Las consecuencias sociales de la acción individual, como ya se describió en el párrafo anterior podrían conocerse a través del análisis de los medios, fines y consecuencias de la ciencia académica y del conocimiento socialmente distribuido (Luckmann, 1996).

Desde la antropología humana, la teoría del acto indaga sobre los elementos instintivos de la conducta humana, por ejemplo los que se ponen en juego a la hora de tomar las decisiones sobre lo que se puede y debe investigar o el modo en que hay que hacerlo. La antropología aplicada a la teoría del acto, también estudia las condiciones históricamente desarrolladas, tal como la influencia del consenso o de las tradiciones de investigación en la forma de hacer ciencia; así como los límites de la organización social humana, en éste caso los límites que impone el sistema de ciencia y técnica (*Ibíd.*). Por otra parte, el saber histórico puede ayudar a comprender la multiplicidad de los desarrollos sociales, la comparación sistemática y la exposición de las anomalías estructurales auténticas (*Ibíd.*).

Una forma de estudiar la acción social considerando la valoración teleológica fue propuesta por Luckmann (1996) en la cuál, el autor realizó una descripción de la acción en la posición de la vida diaria socializada, considerando que los actos a diferencia de las vivencias y de las experiencias simples, no tienen lugar por sí mismos, sino que son consecuencia de las acciones, las cuáles a su vez responden a un fin. Una esquematización de esta idea puede verse en la Ilustración 20, así, para conseguir los fines o motivos que incentivan la realización de la experiencia, el ser humano proyecta una acción (define un proyecto), donde selecciona los medios adecuados, los cuáles pone en práctica al actuar para la consecución de los fines deseados (*Ibíd.*). La acción es tanto un resultado subjetivo de la conciencia, es decir, es consecuencia de la realización del proyecto, como un presupuesto objetivo para la construcción de un mundo social por medio de los actos (que son las acciones que han llegado a consumarse (*Ibíd.*)).

La captación de la conciencia lleva a la reflexión, la que motiva un nuevo fin, que a su vez se concreta en un nuevo proyecto, que se ejecuta en una nueva acción y que tiene como consecuencia ciertos actos, como también puede verse en la Ilustración 20 (*Ibíd.*). Aunque en el mundo cotidiano, el prójimo no sea la última instancia para determinar nuestro actuar, si influye sobre nuestras decisiones en tanto que el actuar de los demás influye sobre nuestro propio actuar, pero nuestros actos también tienen repercusiones sobre las otras personas (*Ibíd.*). Debido a lo anterior, las personas tendrían que considerar que

cada fin tiene consecuencias sobre los demás y por lo tanto los actores tendrían que ser conscientes para establecer estas consecuencias cuando planean ciertos fines (*Ibíd.*). Además de lo mencionado líneas atrás, cuando se definen los fines y el proyecto para llevarlos a cabo también se debería considerar que toda acción humana esta enmarcada por cosas que se oponen a su actuar, algunas son inalterables, otras cambian por si mismas sin que los seres humanos intervengan en esos cambios y otras, las menos, son cosas que pueden cambiar con sus decisiones (*Ibíd.*).

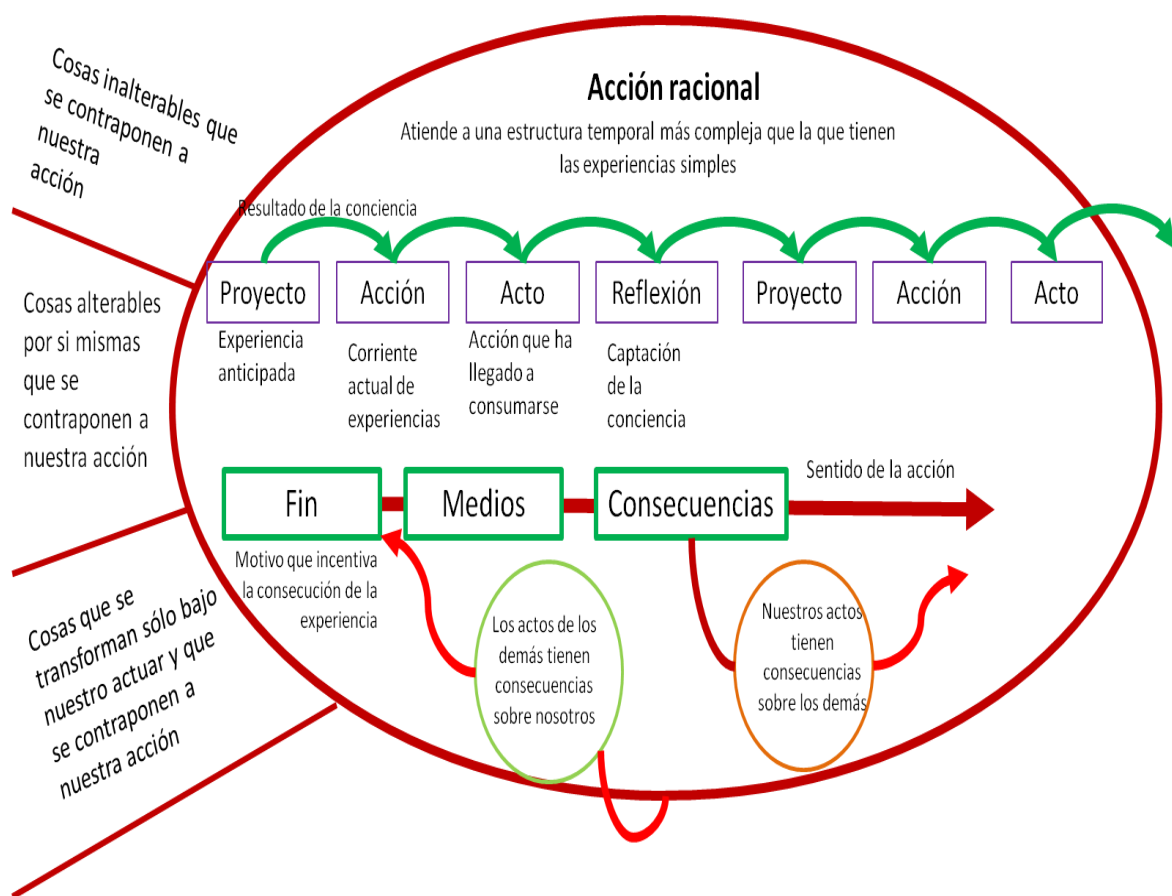


ILUSTRACIÓN 20. DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN SOCIAL EN LA VIDA COTIDIANA. FUENTE: LUCKMANN, 1996. ELABORACIÓN PROPIA.

El sentido de la acción social puede ser inmediato o mediato de acuerdo al tiempo que tome que los actos llevados a cabo por el agente repercutan sobre los otros de manera inmediata o diferida. Dicha acción también puede ser unidireccional o recíproca dependiendo de la intencionalidad del actor cuando el ser proyecta la acción (Luckmann, 1996). Un esquema de estas

categorizaciones se presenta en la Ilustración 21, donde se puede ver que las acciones inmediatas unidireccionales son en principio aquellas que el agente piensa sin ponerlas en práctica o bien aquellas que encubre para que los otros no las vean o cuando los radios de acción de los otros no coinciden con los del agente (*Ibíd.*). Ejemplo de lo anterior puede ser el alejamiento entre la ciencia y la sociedad, pues para muchos científicos la sociedad está fuera de su radio de acción, por lo cual no se preocupan por involucrarse con ella.

En la misma Ilustración 21, es posible ver que la acción mediata recíproca es la contraparte de la acción inmediata unidireccional. Las acciones que las personas hacen rutinariamente como el trabajo o los proyectos de vida constituyen acciones mediatas recíprocas. Este tipo de acción requiere ser proyectada en el mediano plazo y para lograrla se necesita interactuar recíprocamente con otros (*Ibíd.*). La acción recíproca depende para su éxito o fracaso de la reciprocidad en las perspectivas y de los motivos de los agentes participantes, por lo cual ambos, perspectivas y motivos se convierten en los principios que rigen este tipo de acción. Aunado a lo anterior, la acción mediata recíproca se rige por el principio de la actuación sucesiva, tanto de los otros agentes como del agente inicial, ya sea para reafirmar o cambiar el sentido de la acción, como también se muestra en la Ilustración 21 (*Ibíd.*). El conocimiento socialmente distribuido se relaciona más con la acción recíproca tanto en lo inmediato como en lo mediato puesto que las intervenciones de practicantes científicos y no científicos son revisadas por ambos cuando ocurre el proceso de generación de conocimiento. De esta manera, los colaboradores en la investigación deben negociar el problema mismo a investigar, así como el modo de investigarlo y de socializar el conocimiento producido, por lo cual el éxito o fracaso de la negociación dependerá de la reciprocidad de perspectivas y motivos que logren dichos colaboradores, tal como lo señala Gibbons, *et al.* (1997).



ILUSTRACIÓN 21. TIPOS DE ACCIÓN SOCIAL. FUENTE: LUCKMAN, 1996. ELABORACIÓN PROPIA.

La acción social se hace rutinaria y crea expectativas recíprocas de acción típica lo que a su vez produce las relaciones sociales, las cuáles son una mezcla de acción rutinaria y de acción no rutinaria. La regularidad vuelve rutina las relaciones sociales como consecuencia acumulativa de la ejecución de los actos y dicha rutina con el tiempo se convierte en actos institucionalizados (Luckmann, 1996). La institucionalización de los actos es una consecuencia de la acción social y no su objetivo. Dicha institucionalización sirve como una memoria que organiza la actuación colectiva porque se construye con recuerdos enseñables con relativa facilidad. Las principales ventajas de la institucionalización son que proporciona seguridad al ser una alternativa ya probada y no hace falta justificarla pues forma parte de la tradición y la regulación de la acciones puede hacerse mediante reglas de actuación (*Ibíd.*).

En la actualidad, la ciencia académica es la forma de acción social institucionalizada para generar conocimiento científico; mientras que el conocimiento socialmente distribuido se encuentra en la fase de establecer las relaciones sociales que le permitan un actuar rutinario. Sin embargo, a decir de Gibbons *et al.* (1997) la finalidad de las relaciones que se establecen para generar este tipo de conocimiento no es institucionalizarse pues precisamente la base de su trabajo es la comunicación a través de redes transdisciplinarias, heterárquicas y transitorias que se mueven conforme cambian los contextos en los que interaccionan los participantes. La vida de los grupos donde interactúan los practicantes científicos con los no científicos es breve porque solo responde a las necesidades de resolución de los problemas estudiados, pero sus integrantes acumulan experiencia (conocimientos tácitos) que transfieren a otros grupos cuando interactúan en nuevos espacios (*Ibíd.*).

4.3.4. La función que cumple la generación de conocimiento científico desde el enfoque de sistemas

Otra forma de estudiar la relación entre la ciencia y la sociedad es a través de la teoría de sistemas. Un sistema, en la concepción más clásica, es una totalidad que estando compuesta por partes es más que la suma de sus partes (Luhmann, 1983). Las organizaciones se han entendido por regla general como sistemas dirigidos hacia el cumplimiento de determinados fines; un sistema es racional si cumple con los fines que se ha propuesto, de esta forma se equipara la racionalidad sistémica con la racionalidad teleológica y se elabora un esquema donde se iguala a los fines con el todo y a los medios con las partes (*Ibíd.*). Sin embargo, de acuerdo con Luhmann (*Ibíd.*) la comparación de la relación del todo con las partes con respecto a los fines con sus medios corre el riesgo de ser cuestionada debido a que el sistema tendría que justificar permanentemente la pertinencia y validez de los fines elegidos; por otra parte, los medios no son partes de un fin, en todo caso son partes de un sistema, al igual que los fines que cumplen una función parcial (*Ibíd.*). El de fines y medios es un modelo estático de ordenación que supone a la acción lineal y por lo

tanto propone estudiarla causalmente; sin embargo, la complejidad de la acción social hace que el modelo no sea suficiente (*Ibíd.*).

Por ejemplo, no siempre se pueden armonizar fines con medios, a veces la estructura en su función de medio para el proceso no aporta los requerimientos necesarios para el mismo, otras veces los fines que el sistema debe cumplir son tantos y tan complejos que no siempre se puede evitar que sean contradictorios en sus exigencias de medios (*Ibíd.*). Para superar el problema anteriormente descrito, Luhmann (*Ibíd.*) propone la utilización de la teoría de la formación de poder (acuñada por los sociólogos para estudiar el modelo de mando de la organización) para investigar el problema del consenso entorno a los fines de un sistema y el establecimiento de una dominación como resultado del consenso generado.

La relación entre los fines y los medios y el poder y el consenso trae como consecuencia el principio de autoridad en las organizaciones, el cuál a su vez provoca tensiones al interior de la organización, pues la subordinación que el principio de autoridad marca hace que las órdenes priven sobre los fines, poniendo en riesgo su consecución, ya que las órdenes son sancionables más rápidamente que la no obtención de los fines (*Ibíd.*). La predisposición a acatar las órdenes inhibe por otro lado la creatividad necesaria para conseguir no sólo los fines de la organización sino los del propio agente, el cuál se guía por una función motivacional que muchas veces no es considerada por la teoría de la organización (*Ibíd.*).

El principio de autoridad también hace que las innovaciones se introduzcan desde arriba, separando el proceso de generación de innovaciones del resto del funcionamiento de la organización y creándose departamentos de investigación y planificación cuyas propuestas luego son difíciles de incorporar al resto de la estructura y procesos de la organización (*Ibíd.*). La situación antes descrita se presenta también cuando se trata de incorporar las innovaciones generadas por la ciencia a los procesos productivos o de decisión de la sociedad (Gibbons, *et al.*, 1997).

El esquema que equipara el todo y sus partes con los fines y sus medios presenta de acuerdo con Luhmann (*Ibíd.*) un reduccionismo que se convierte

en un obstáculo para el progreso de la ciencia y la práctica organizacional; en su lugar, este autor propone estudiar la función que cumple la racionalidad teleológica en un sistema, para lo cuál elabora el método funcionalmente comparativo, basado en una teoría del sistema de acción social.

Una de las funciones que tiene la racionalidad teleológica en un sistema es definir fines que estabilicen en el corto plazo al sistema en relación con las demandas del entorno; pero considerando que los fines no pueden ser cambiados de una situación a otra; lo que significa que los sistemas deberían poder superar pero a la vez conservar el oportunismo teleológico, ya que le proporciona ventajas en ambientes cambiantes (*Ibíd.*). Por ejemplo, en la actualidad, la ciencia académica se enfrenta al cuestionamiento que dicha sociedad esta realizando ante la falta de interacción del sistema de ciencia y técnica con los problemas que los ciudadanos enfrentan, tal como lo plantean diversos autores (Bunge (1997 y 1985; López, 1998; Varelo, 2002; Vessuri, 1992 y Ziman, 1980), por lo que tiene la necesidad de definir fines teleológicos transitorios que le ayuden a mejorar la distribución social del conocimiento para equilibrar su relación con la sociedad. Por el contrario, el conocimiento socialmente distribuido tiene la necesidad de definir fine con respecto a los mecanismos de control y validación de las innovaciones generadas que lo estabilicen en su relación con las estructuras cognitivas encargadas de realizar el control de calidad y veracidad del conocimiento científico generado, pues muchas de las innovaciones generadas por este modo de generación de conocimiento no son entendidas o aprobadas por dichas estructuras cognitivas (Gibbons, *et al.*, 1997).

Así, la estabilización del sistema mencionada anteriormente, debería ser complementada rápidamente por un comportamiento duradero, susceptible de aprendizaje y relativamente exitoso para lo cuál se requiere que los fines se incorporen a la organización interna y sean usados como base del aprendizaje (Luhmann, 1983). Una esquematización de lo antes expuesto se presenta en la Ilustración 22.

Otra de las funciones de la racionalidad teleológica es reducir la complejidad ambiental para brindar fórmulas racionales que apoyen la actividad decisoria,

que en conjunto forman el proceso de un sistema para que este supere el problema de la existencia, función que debe desarrollarse continuamente para construir la estructura del sistema y así descargar la presión que la actividad decisoria tiene para mantener en funcionamiento a la organización, aunque las estructuras no suplen por completo a la actividad decisoria si la simplifican, como se puede observar en la Ilustración 22 (*Ibíd.*).

Las teorías de la decisión por su parte, buscan utilizar el conocimiento elaborado por la teoría de sistemas para generar patrones que puedan servir de instrucción a la hora de decidir (*Ibíd.*) Los patrones son en realidad los programas o proyectos que mediante la definición de fines transforman los problemas en proyecciones para la acción. En el caso de la ciencia académica los problemas son retomados a partir de lo que los científicos observan en la complejidad ambiental, pero sobre todo de los intereses cognitivos producto del acervo de conocimiento científico y de las tradiciones de investigación que el investigador o grupo de investigación recibe como entradas del sistema, como se aprecia en la Ilustración 23. Por su parte, el conocimiento socialmente distribuido investiga problemas organizados alrededor de una solución concreta en contextos de aplicación, por lo tanto recibe como entradas, además de lo anterior la necesidad de negociar continuamente el proceso de investigación hasta que los intereses de los diversos actores participantes en la misma sean incluidos, como se esquematiza en la Ilustración 24 (Gibbons *et al.*, 1997).

En la ciencia académica la función decisoria de la racionalidad teleológica se cumple en el proceso de investigación, el investigador define preguntas de investigación que surgen del problema seleccionado, e integra un protocolo o proyecto de investigación para indagar racionalmente sobre el problema que le interesa, tal como se ve en la Ilustración 23. El último eslabón del proceso de investigación, en muchos casos lo constituye la elaboración de una comunicación científica o artículo, que de cuenta a la comunidad científica de los resultados obtenidos a través de su publicación en las revistas especializadas, como se muestra en la mencionada Ilustración 23. Así, entra en juego la participación de las estructuras disciplinares en el funcionamiento del sistema, pues son ellas las que se encargan del proceso de validación de la fiabilidad del conocimiento generado mediante la revisión por pares, tanto en

los grupos de investigación donde el investigador participa como en las revistas especializadas donde los pares revisan el artículo en cuestión para recomendar o no su publicación. Por su parte las estructuras institucionales solo intervienen en la administración del sistema, es decir, en proveer los recursos humanos, materiales y financieros para la investigación y en asegurar la rendición de cuentas del ejercicio de dichos recursos.

En el modo 2 la actividad decisoria recae en mayor medida en el proceso de investigación, pues la vida de las redes o grupos de investigación, que funcionan como estructuras o programa teleológico, entorno a los cuáles se agrupan los actores involucrados en la solución de los problemas es breve y sólo responde a las necesidades de resolución del problema, como se aprecia en la Ilustración 24 (Gibbons, *et al.*, 1997). El proceso de investigación da inicio con la negociación entre los practicantes de lo que se investigará y la manera de hacerlo, pues es necesario que los intereses de todos ellos sean incluidos para que el proceso de investigación se pueda llevar a cabo. El problema de investigación es plasmado en un protocolo, la investigación es llevada a cabo y la comunicación del conocimiento generado se realiza a todos los participantes durante el proceso de investigación, de ahí el nombre de conocimiento socialmente distribuido, tal y como se observa en la Ilustración 24 (*Ibíd.*). Aunque cabe aclarar que al igual que en la ciencia académica los practicantes científicos del modo 2 también comunican sus resultados de investigación en los canales de comunicación de la ciencia académica y por lo tanto enfrentan problemas de rechazo al trabajar en campos de conocimiento multidisciplinarios y transdisciplinarios poco entendidos aún en la estructura disciplinar que rige al sistema de ciencia y técnica (*Ibíd.*).

Una vez establecida la estructura se presenta el dilema entre función y estructura, ya que ambas deben compartir la toma de decisiones para el buen funcionamiento del sistema, actuando en un doble proceso de selectividad de las mejores alternativas para la acción, con la diferencia de que los participantes en la estructura siempre tenderán a soluciones ya probadas con anterioridad es decir, decisiones programáticas; mientras que los participantes en el proceso tomarán decisiones programadas de acuerdo al contexto en el que el sistema se desarrolla, tal y como se puede apreciar en la mencionada

Ilustración 22 (*Ibíd.*). El sentido y los límites que la programación teleológica puede aportar al buen funcionamiento del sistema sólo se podrán valorar por medio del estudio de la interdependencia entre las decisiones programáticas y las decisiones programadas (*Ibíd.*).

El método funcional se propone abordar el potencial de complejidad que se encuentra en los problemas por medio del estudio de las **funciones manifiestas** (que presentan consecuencias objetivas y reconocidas para la sociedad), como la definición de las decisiones necesarias para dar vida al proceso de la organización o la creación de estructuras organizativas que faciliten la actividad decisoria y **funciones latentes** (que contribuyen a la adaptación del sistema, pero que no son reconocidas por como válidas por la sociedad), como la definición de fines que estabilicen el sistema (*Ibíd.*).

El método funcional considera también el estudio de las consecuencias funcionales y disfuncionales (secuelas) de la acción (*Ibíd.*). El método funcional es un método comparativo que supera a la vinculación natural de semejanzas previas porque busca el conocimiento de la demostración de la equivalencia funcional de cosas que aunque sean heterogéneas pueden ser comparadas en relación a la función que cumplen en los sistemas y no a las cosas mismas (*Ibíd.*).

La acción social requiere reducir la complejidad para encontrar caminos para el actuar en la vida cotidiana; esta reducción de la complejidad es estudiada también por las teorías de la decisión nacidas de las ciencias prescriptivas tradicionales (Luhmann, 1983). La teoría de sistemas busca investigar la forma en que se producen contextos problemáticos permanentes cuando se quiere mantener sistemas de determinada naturaleza y determinado alcance (*Ibíd.*). Un ejemplo de contexto problemático lo constituye el cuestionamiento por parte de la sociedad acerca de la utilidad de la generación de conocimiento científico bajo el modo de la ciencia académica pues el fin de dicho sistema es la generación de conocimiento científico para publicarlo en las revistas especializadas, tal y como se aprecia en la Ilustración 23.

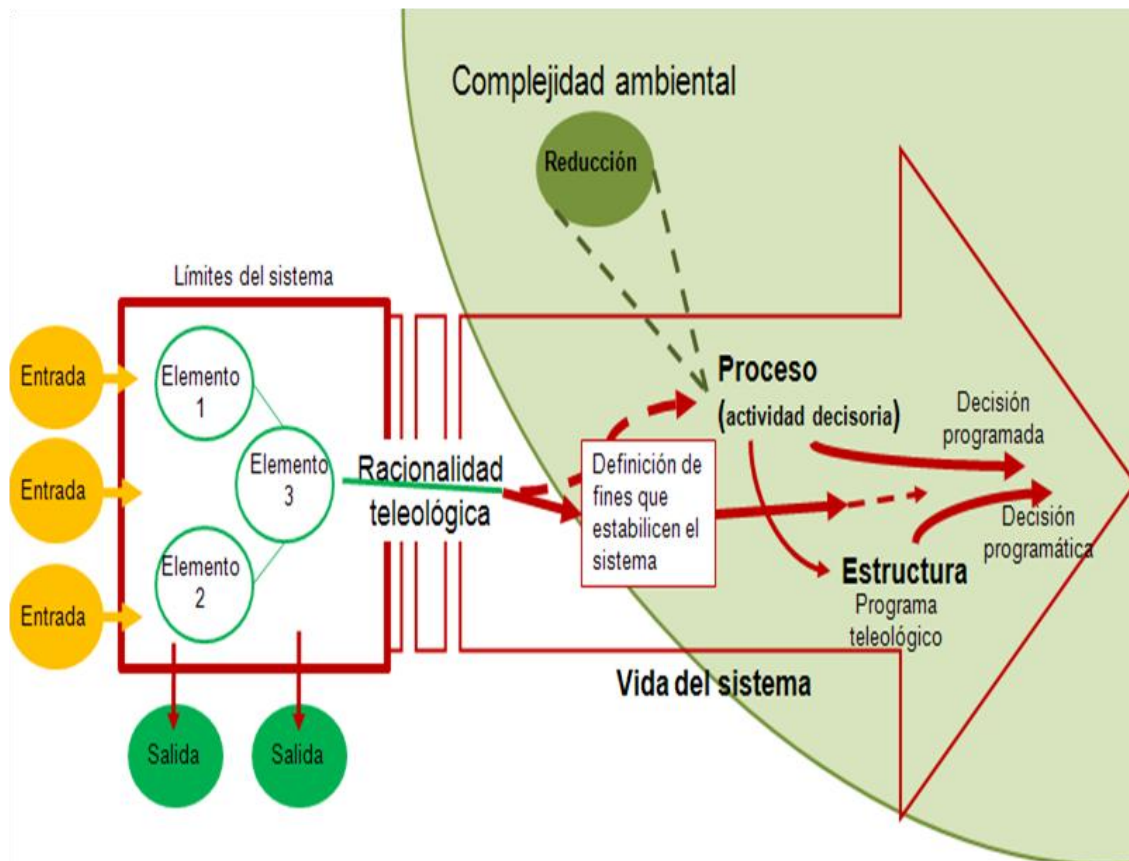


ILUSTRACIÓN 22. SISTEMA DE ACCIÓN SOCIAL PROPUESTO POR LUHMANN. FUENTE: BASADO EN LUHMANN, 1983. ELABORACIÓN PROPIA.

Las teorías de la decisión además desarrollan procesos de selección que llevados a cabo sucesivamente permiten el aprendizaje para captar así la mayor cantidad de complejidad posible; junto a este ejercicio sucesivo, ensayan simplificaciones como el cálculo y los modelos matemáticos que tienen por objetivo crear una estructura de premisas decisorias que les permita mantener la vida del sistema sin estarse interrogando a cada momento por el modo correcto de actuar (*Ibíd.*). Las teorías de la decisión pueden aportar entonces, al entendimiento de los procesos que se desarrollan en la generación de conocimiento científico bajo el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido pues la solución de problemas en contextos de interacción hace que los practicantes desarrollen sus propias estructuras teóricas, métodos de investigación y modos de práctica que no se hallan localizados en los mapas disciplinares prevalecientes, como se puede observar en la Ilustración 24 (Gibbons, *et al.*, 1997)

El método funcional permite al agente trascender el horizonte vivencial para entender más allá de la complejidad que originalmente podía captar por medio de la ordenación de la información en puntos de vista que le proporcionen un repertorio de alternativas funcionalmente equivalentes a su elección para de esta forma proyectar de mejor manera su actuar, así como dar seguimiento a sus acciones, de tal forma que sus actos tengan las consecuencias por él deseadas (Luckmann, 1997 y Luhmann, 1983).

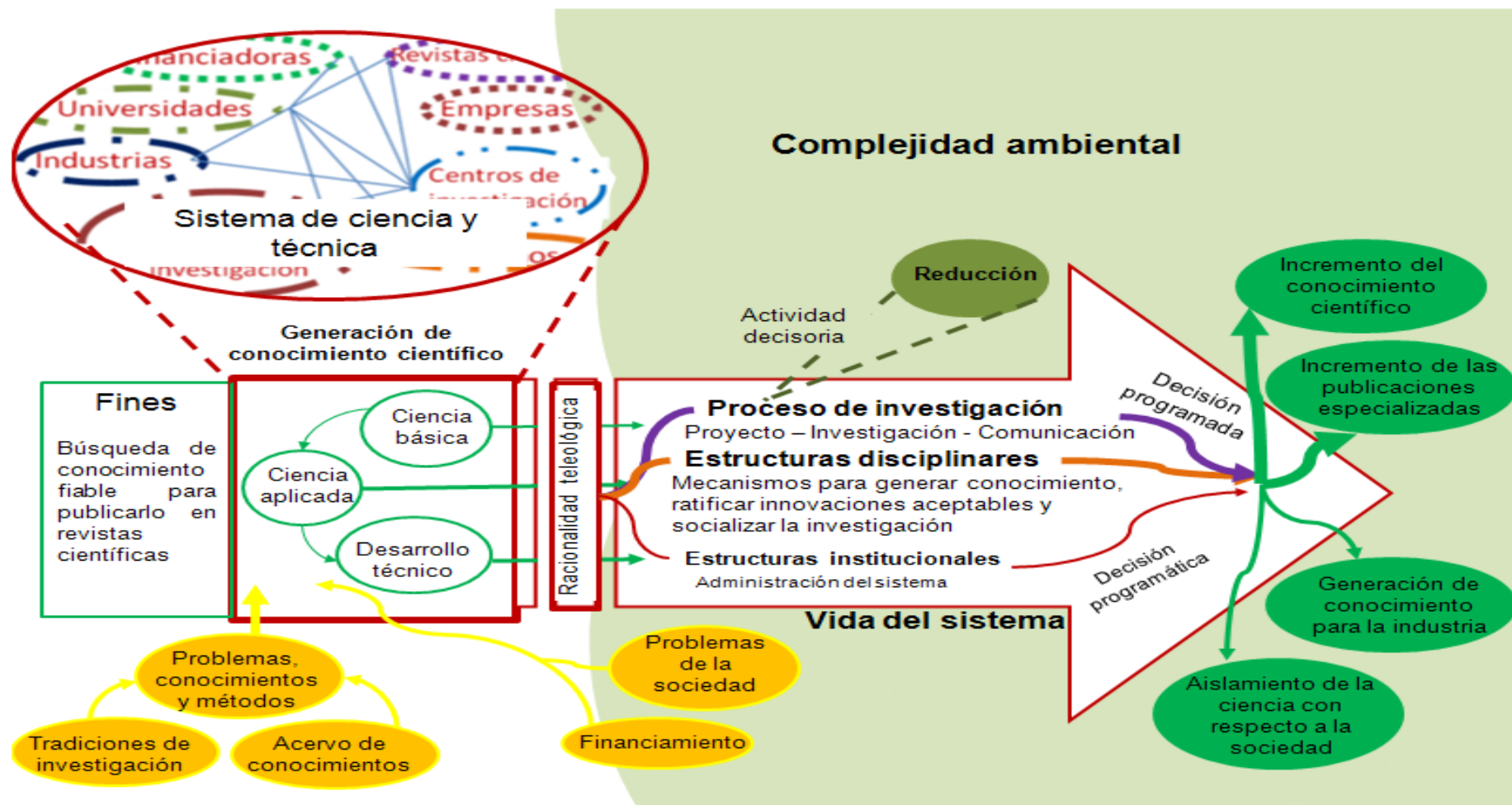


ILUSTRACIÓN 23. SISTEMA DE ACCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA ACADÉMICA. FUENTE: GIBBONS, *ET AL.*, 1997 Y LUHMANN, 1983. ELABORACIÓN PROPIA.



ILUSTRACIÓN 24. SISTEMA DE ACCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO SOCIALMENTE DISTRIBUIDO. FUENTE: GIBBONS, ET AL., 1997 Y LUHMANN, 1983. ELABORACIÓN PROPIA.

5. Marco contextual

La investigación se llevó a cabo en España y México con el objetivo de contrastar dos realidades que compartieron en cierto momento de su historia pasado común y que determinó por tanto que el proceso de instauración de un sistema de ciencia y técnica moderno fuera de forma parecida; es decir tardíamente con respecto al resto de países europeos y de Estados Unidos. En este sentido, España y México enfrentan algunos problemas similares como la escasa relación que se ha establecido entre la ciencia académica y sus respectivas sociedades y la falta de generación de innovaciones como producto de sus sistemas de ciencia y técnica. Sin embargo, existen muchas diferencias establecidas con respecto al contexto donde se desenvuelven sus sistemas de ciencia y técnica y las decisiones políticas que estos países han asumido en torno a dichos sistemas.

5.1. Los países comparados

España, como parte de la comunidad europea cuenta con una dinámica más cercana a los países más desarrollados como Alemania y Francia que a la de países en vías de desarrollo como sería el caso de México; aunque, el desempeño de algunos de sus indicadores, particularmente los relacionados con la innovación no tenga precisamente este comportamiento (Albornoz, 2009).

En la Tabla 5 es posible apreciar que tanto España como México incrementaron el número de investigadores entre 1990 y 2008; sin embargo, el sistema de ciencia y técnica español ya contaba con 2.4 investigadores por cada 1000 habitantes de la PEA, en 1990, como se aprecia en la Tabla 6 y para 2000, éstos habían aumentado a 5.8; mientras que el sistema mexicano apenas tenía en 1998 medio investigador por cada 1000 habitantes de la PEA y lo había incrementado a 0.88 en 2008. En este sentido, la capacidad que el sistema de ciencia y técnica mexicano tiene para generar conocimiento científico es evidentemente inferior en términos de número de personas que pueden participar en su generación bajo el patrón de ciencia académica (RICYT, 2009).

Otro indicador importante, en términos de la cantidad de dinero de la cuál disponen los científicos para generar conocimiento científico es el de gasto por investigador, el cuál se incremento entre 1990 y 2008, incluso más en México que en España, pero partiendo de una diferencia cercana al 50%, diferencia que fue reducida a cerca del 30% para 2008. No obstante lo anterior, en 2008, en México no llegó a emplearse los 111 mil dólares que fueron gastados por investigador en España en 1990, según se observa en la Tabla 5 (*Ibíd.*).

Por lo que respecta a los indicadores relacionados con la educación superior, en la Tabla 5 destaca el incremento que sufrió el número de titulados de grado, pues le permitió a México pasar de 4.92 titulados de grado por cada 1000 habitantes de la PEA en 1992 a 7.58 en 2008, cifra que supera a España en esta materia (*Ibíd.*). Sin embargo, recuérdese que la calidad del sistema de educación superior español tiene un mejor desempeño de acuerdo al índice global de competitividad mostrado en la Tabla 3. Destaca así mismo, el incremento ocurrido con respecto a los titulados de maestría y doctorado que ocurrió en México entre 1990 y 2008 y en menor medida en los titulados de doctorado en España, según se aprecia en la Tabla 5; no obstante dicho incremento, su repercusión en el número de titulados de maestría y doctorado por cada 1000 habitantes de la PEA apenas se nota, como se observa en la Tabla 6 (*Ibíd.*). En este sentido, España parte de un mejor desempeño con respecto al número de titulados de doctorado por cada 1000 habitantes de la PEA que México (*Ibíd.*).

TABLA 5. INDICADORES PARA CONTEXTUALIZAR EL DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS DE CIENCIA Y TÉCNICA EN ESPAÑA Y EN MÉXICO.

Indicador	España			México		
Año	1990	2008	Porcentaje de incremento	1990	2008	Porcentaje de incremento
Población (millones de personas)	38,86	46,16	15.8	81,25	106,70	23.85
PIB(millones de dólares)	493,422.88	1,611,767.00	69.4	262,710.00	1,086,442.60	75.82
PEA (millones de personas)	15,69	22,81	31.2	24,06	42,90	43.92
Investigadores	37,676.00	122,624.00	69.3	14,103.00	37,950.00	62.84
Gasto por investigador (miles de dólares)	111.21	148.13	24.9	62.92	101.29	37.88
Titulados de grado	74,642.00	90,453.00	17.5	118,424.00	325,319.00	63.60
Titulados de maestría			0.0	4,946.00	42,477.00	88.36
Titulados de doctorado	4,672.00	7,302.00	64.0	201.00	3,530.00	94.31

Fuente: RICYT (2009).

TABLA 6. PERSONAL DE INVESTIGACIÓN E INDICADORES DE EDUCACIÓN SUPERIOR POR CADA MIL HABITANTES DE LA PEA.

Indicador	España		México	
Año	1990	2008	1990	2008
Investigadores	2.40	5.38	0.59	0.88
Titulados de grado	4.76	3.97	4.92	7.58
Titulados de maestría	0.00	0.00	0.21	0.99
Titulados de doctorado	0.30	0.32	0.01	0.08

Fuente: RICYT (2009).

5.4. La contextualización del trabajo realizado por docentes e investigadores entrevistados

Los entrevistados laboran en universidades y centros de investigación de España y México. Como ya se mencionó líneas arriba las universidades de investigación son el esquema dominante en el contexto Iberoamericano; sin embargo muy pocas universidades de la región pueden ser consideradas como universidades de investigación. De acuerdo al Informe sobre la educación superior en Iberoamérica en 2007 del Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) sólo seis universidades mexicanas (de las 1892 registradas en 2005) y 8 universidades españolas (de las 60 registradas en 2005) pueden ser consideradas como universidades de investigación, ya que durante el período 1990-2004 produjeron 2000 o más artículos registrados en las bases de datos Thomson Scientific-ISI y reunieron durante ese período un 2% o más de la producción nacional total (CINDA, 2007).

En México, como se observa en la Tabla 7, en 1999 sólo el 29% del total de docentes que laboraba en universidades e instituciones de educación superior, reportados por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior estaba contratado como profesores de tiempo completo (PTC), es decir, con el tiempo suficiente para desarrollar ambas actividades. Más aún, solamente el 8% del grupo referido contaba con la habilitación (en cuanto al grado académico) necesaria para llevar a cabo de forma exitosa las actividades investigadoras (ANUIES, 1999 y Galaz, *et al.*, 2008). Si bien las circunstancias han mejorado ligeramente, puesto que en 2005 la cantidad de PTC había aumentado a 26.279 docentes de acuerdo con el Programa de Mejoramiento del Profesorado (SEP, 2006) y su nivel de habilitación para la investigación creció considerablemente (pasando de 40% en 1998 a 71% en 2005) es necesario considerar que sigue siendo un grupo restringido, el único que por su disposición de tiempo y asignación de funciones podría participar en actividades de docencia e investigación.

Los docentes del posgrado aunque tienen circunstancias más favorables que los docentes que enseñan en licenciatura para poder integrar una relación más favorable entre docencia e investigación, esta tampoco es tan ventajosa, pues sólo el 44% de ellos cuenta con categoría PCT, como se observa en la misma Tabla 7.

TABLA 7. PERSONAL DOCENTE DE LICENCIATURA POR NIVEL DE ESTUDIOS Y TIEMPO DE DEDICACIÓN EN MÉXICO EN 1999.

Nivel de estudios	Porcentaje del total nacional	Porcentaje con tiempo completo	Porcentaje con medio tiempo	Porcentaje con docencia por horas
Otros	1.8	0.2	0.2	1.9
Licenciatura	66.7	51.0	6.9	73.6
Especialización	6.9	6.4	0.7	7.2
Maestría	20.8	32.9	1.9	15.4
Doctorado	3.8	8.1	2.7	2.0
Total del personal docente en licenciatura	130865	38057	11104	81704
Porcentaje del total de personal docente en licenciatura	100.0	29.1	8.5	62.4
Total personal docente en posgrado	17017	7615	1687	7715
Porcentaje del total de personal docente en posgrado	100.0	44.7	9.9	45.3
Total personal docente en licenciatura y posgrado	147 882	45 672	12 791	89 419

Fuente: ANUIES (2010).

Por lo que respecta a España, como se aprecia en la Tabla 8, el profesorado presenta mejores circunstancias que en México, pues cerca del 57% es considerado como funcionario del estado y de este el 17% como catedráticos de universidad, los cuáles disponen de una mayor cantidad de tiempo para desempeñarse en ambas actividades, docencia e investigación.

Los académicos que laboran en las universidades, ejercen su trabajo mayormente en la educación pregraduada; mientras que los que laboran en centros de investigación lo hacen por lo general a nivel de posgrado. La Tabla 9 muestra las enormes diferencias en cuanto al número de titulados de la educación pre graduada con respecto al posgrado en España y México entre 1991 y 2006. Aunque en España no se contaba con programas de maestría hasta que fueron implantados en 2009 siguiendo el proceso de reformas para

adecuarse al Espacio Europeo de Educación Superior (González, et al. 2010), los programas de doctorado abarcaban al 6% de la matrícula en 2006; en tanto que en México el grueso de la matrícula en posgrado lo componen los programas de maestría, los cuáles se incrementan considerablemente en el período mencionado, como se aprecia en la misma Tabla 9.

TABLA 8. PROFESORADO DE LOS CUERPOS DOCENTES UNIVERSITARIOS DE ESPAÑA, CURSO 2004-2005.

Profesorado	Total	Porcentaje
Todas las universidades	98.710	
Universidades Públicas	90.309	91,5
Funcionarios	52.238	57,8
Catedráticos de Universidad		17,0
Titulares de Universidad		54,3
Catedráticos de Escuela Universitaria		4,8
Titulares de Escuela Universitaria		23,4
Otros		0,5
Contratados	38.071	42,2
Universidades Privadas y de la Iglesia	8.401	8,5

Fuente: Organización de Estados Iberoamericanos, curso 2006-2007.

TABLA 9. NÚMERO DE TITULADOS EN LA EDUCACIÓN PRE GRADUADA Y POSGRADUADA EN ESPAÑA Y MÉXICO ENTRE 1991 Y 2006.

Titulados	Porcentaje en 1991		Porcentaje en 2006	
	España	México	España	México
Titulados de grado	94.1	96.0	93.4	88.9
Titulados de Maestría	0.0	3.8	0.0	10.2
Titulados de doctorado	5.9	0.2	6.6	0.9
Total de estudiantes	79 314	144 768	104 232	324 308

Fuente: RICYT, 2008 y CINDA, 2007.

Los académicos entrevistados cuentan con una edad promedio de 47.33 años, como se aprecia en la Ilustración 25, resaltándose que la edad promedio fue mayor en los científicos entrevistados en España (50.81 años) que en México. Dicha circunstancia es importante, sí se considera que la edad de los

investigadores influye en muchos aspectos de su actividad investigadora, entre ellos, la facilidad para publicar, las relaciones humanas y el currículo necesario para diseñar y gestionar proyectos de mayor envergadura, etc. y por lo tanto en su apreciación del sistema de ciencia y técnica. El 60% de los entrevistados fueron hombres, como se aprecia en la Ilustración 25, presentándose el menor porcentaje de científicas entrevistadas en España (11% del total de entrevistados), al igual que la edad, el género es otro de los factores a tener en cuenta para analizar las respuestas de los entrevistados. Llama la atención, que aunque el 35% de los investigadores españoles a quienes se envió correo electrónico son mujeres, sólo el 14% de ellas decidieron participar en la entrevista

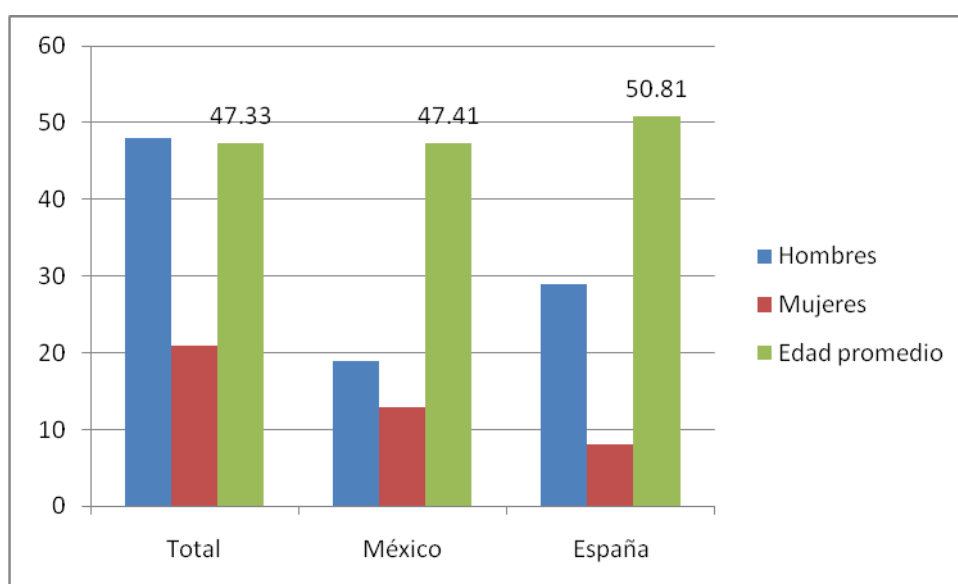


ILUSTRACIÓN 25. EDAD PROMEDIO Y SEXO DE LOS CIENTÍFICOS ENTREVISTADOS. ELABORACIÓN PROPIA.

Los científicos entrevistados pertenecen a 24 disciplinas agrupadas en cuatro campos de conocimiento como se puede apreciar en la Tabla 10; cabe destacar que los científicos entrevistados en España pertenecen a una mayor diversidad de subdisciplinas aunque la mayor parte ubicadas en el mismo campo de conocimiento, el de las ciencias de la naturaleza.

TABLA 10. CAMPOS DE CONOCIMIENTO Y DISCIPLINAS DE LOS INVESTIGADORES ENTREVISTADOS.

Campo de conocimiento	Disciplina	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Agronomía	Agronomía	1.5	3.2	0.0	0.0	2.4
	Biotecnología	4.5	9.7	0.0	0.0	7.1
	Desarrollo	1.5	3.2	0.0	0.0	2.4
	Entomología	3.0	3.2	2.9	4.2	2.4
	Parasitología	1.5	3.2	0.0	0.0	2.4
Ciencias naturales	Bioinformática	1.5	0.0	2.9	0.0	2.4
	Biología molecular	15.2	3.2	25.7	20.8	11.9
	Biología	15.2	19.4	11.4	20.8	11.9
	Bioquímica	6.1	0.0	11.4	0.0	9.5
	Ecología	12.1	6.5	17.1	0.0	19.0
	Farmacología	3.0	3.2	2.9	4.2	2.4
	Fisiología	1.5	0.0	2.9	0.0	2.4
	Genética	1.5	3.2	0.0	0.0	2.4
	Geografía	1.5	0.0	2.9	4.2	0.0
	Geomicrobiología	1.5	0.0	2.9	0.0	2.4
	Geoquímica	1.5	0.0	2.9	0.0	2.4
	Ingeniería	6.1	12.9	0.0	16.7	0.0
	Microbiología	3.0	3.2	2.9	8.3	0.0
	Neurobiología	4.5	0.0	8.6	0.0	7.1
	Química	3.0	6.5	0.0	8.3	0.0
	Virología	1.5	0.0	2.9	0.0	2.4
Ciencias sociales	Antropología	4.5	9.7	0.0	8.3	2.4
	Educación	1.5	3.2	0.0	4.2	0.0
	Sociología	3.0	6.5	0.0	0.0	4.8
Total de respuestas contabilizadas		66	31	35	24	42

Fuente: elaboración propia.

6. Estudio de campo como procedimiento para contrastar la hipótesis

Los autores revisados anteriormente, a excepción de Latour y Woolgar, (1995) plantearon el uso de conceptos y métodos que estudian o bien las acciones sociales involucradas en el proceso de generación de conocimiento científico, o bien el estudio del conocimiento que dichas acciones generan. El paso siguiente en la presente investigación fue integrar un enfoque que permitiera estudiar de manera conjunta las acciones sociales que llevan a cabo los científicos para generar el conocimiento científico, así como el producto cognitivo de dichas acciones; sin embargo, la utilización de enfoques con niveles de análisis tan dispares, fue en sí un gran reto.

El ejercicio intelectual que sigue a continuación expondrá una propuesta para integrar un estudio de campo para comprobar la hipótesis, basada en el uso de conceptos y métodos, retomados de los autores revisados y considerados por la doctoranda como relevantes para llevar a cabo el estudio del fenómeno conocido como generación de conocimiento científico. Los conceptos mencionados se encuentran sintetizados en la Tabla 11 y fueron la base, tanto para la revisión del estado de la cuestión como para la recolección de datos empíricos que permitieron contrastar la hipótesis planteada.

El enfoque de estudio partió de la indagación en el proceso cognitivo por medio del cuál se genera dicho conocimiento; estudiando como los investigadores transforman el captar y ver en vivencias intelectuales que son conformados como datos absolutos que representan con cierta adecuación y validez el fenómeno estudiado, tal como lo plantea Husserl (1982). El enfoque

mencionado, así mismo, ayuda a indagar en el nivel micro del proceso de generación de conocimiento científico.

El proceso de transformación de las indagaciones individuales pasa por su integración en tradiciones de investigación, como las reflexiones que realizó Heisenberg (1977) en torno a la influencia de las tradiciones de investigación en la elección de los problemas, de los métodos y de los conceptos utilizados para investigar los fenómenos en cuestión. La influencia de las tradiciones de investigación se extiende no sólo a los mecanismos de generación de conocimiento científico, es decir, problemas, métodos y conceptos; sino también a los mecanismos de validación de dicho conocimiento y por lo tanto a los de difusión del mismo, tal como lo planteó Barnes (1982) en su programa fuerte de la sociología del conocimiento.

Pero los mecanismos influenciados por las tradiciones tienen una racionalidad, es decir, una razón de ser; por lo que el entendimiento de cómo se lleva a cabo la generación de conocimiento científico deberá considerar también la reconstrucción de la racionalidad del trabajo que los científicos realizan para llevar a cabo determinadas investigaciones con determinados medios, para conseguir determinados fines, como lo plantea Max Weber (2007, 1971 y 1944). El enfoque de la acción social aportado por Weber (*Ibíd.*) para estudiar el conocimiento socio histórico permite concebir a la generación de conocimiento científico como una acción teleológica, donde los científicos tienen intenciones. Por ejemplo, una de las intenciones mencionadas es la generación de un cierto tipo de conocimiento científico, que racionalizan para determinar los aspectos de la realidad que necesitan tomar en consideración en cuanto a objetos y medios que pueden manipular para generar ese conocimiento científico determinado. Por otra parte, la acción mencionada genera efectos o consecuencias, como por ejemplo, las consecuencias que tiene el tipo de conocimiento logrado, que pueden ser comprendidas en función de los fines perseguidos. Con respecto a la hipótesis de la presente investigación, como ya fue apuntado, la identificación de las intenciones, así como el tipo de conocimiento que los científicos investigan en la ciencia académica permite dar luz sobre las consecuencias que sobre la sociedad tiene el trabajo que dichos científicos realizan.

El conocimiento generado racionalmente es reunido, combinado, entrelazado por los científicos para conformar lo que se conoce como hechos científicos; éstos son conocimiento reconocido por una comunidad como saber válido o fiable. La evaluación del conocimiento para determinar su valor científico y las interacciones involucradas en dicha valoración es el principal elemento que aportan Latour y Woolgar (1995) en la construcción de hechos científicos; es decir, su enfoque permite conocer como ocurre la construcción de un proceso integrado por acciones encaminadas no solo a generar conocimiento, sino a que dicho conocimiento se encuentre validado por una comunidad, la comunidad científica. El enfoque de Latour y Woolgar (*Ibíd.*) sirve, así mismo, en la presente investigación para analizar el nivel medio de interacción del proceso de generación de conocimiento científico, es decir, como el conocimiento generado se relaciona con una comunidad científica para conformar un sistema de ciencia y técnica.

Sin embargo, el conocimiento que dicho enfoque aporta no permite estudiar como los actores involucrados se comportan de la forma en que lo hacen porque sus comportamientos responden a hábitos, prácticas e instituciones como lo sugiere Foucault (2004 y 1979) en su arqueología de las ideas. Así mismo, el estudio de las ideas como lo realiza Foucault (*Ibíd.*) permite además conocer como van ocurriendo los cambios a nivel micro en la manera de hacer ciencia hasta arribar a la integración de investigaciones extraordinarias que desembocarán luego en las revoluciones científicas como lo plantea Kuhn (2006). El entendimiento del proceso por medio del cuál las indagaciones individuales llegan a conformar un paradigma de ciencia permitiría conocer e identificar los cambios que están ocurriendo actualmente en la forma de hacer ciencia para identificar los mecanismos que pudieran orientar dichos cambios hacia un uso más intensivo del conocimiento científico por parte de la sociedad. Por otra parte, la identificación de los patrones típicos ideales de la forma en que la ciencia se ha llevado a cabo a lo largo de la historia podría ayudar a explicar porque se dieron tales construcciones con el fin de entender su evolución histórica para identificar las raíces del actual tipo dominante.

TABLA 11. CONCEPTOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECABADA EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

Autor	Tipo de análisis	Conceptos importantes
Edmund Husserl	Filosófico	Autocomprensión, conocimiento problemático, dato absoluto, pretensión de validez, la adecuación entre el objeto conocido y su representación sea un enigma, teorías contradictorias
Werner Heisenberg	Filosófico	Elección de los problemas de investigación, métodos para estudiarlos y conceptos utilizados como instrumentos de trabajo
Barry Barnes	Sociológico	Tradiciones de investigación, cultura recibida, razón de las causas y características del hacer ciencia, percepción de la realidad en función de la cultura de que se dispone, mecanismos de socialización y transmisión de conocimientos, los métodos para ratificar las innovaciones aceptables
Max Weber	Sociológico	Interpretación del comportamiento humano, construcción conceptual, causalidad de los fenómenos, racionalidad de los fines que persigue, acción que estos determinan, reconstrucción de la racionalidad, medios empleados, evidencia teleológica, consecuencias del uso o implementación de dichos medios, tipos ideales, análisis causal de las conexiones históricas de los fenómenos sociales
Bruno Latour y Steve Woolgar	Sociológico	Construcción de hechos científicos, hechos científicos aceptados como válidos, proceso de elaboración de la ciencia, Contexto (procesos sociales), contenido (cuerpo de conocimientos y reglas técnicas y cognitivas), cierre de controversias, elementos externos (factores sociales), internos (factores cognitivos), inscripciones gráficas, explicación de distorsiones, construcción histórica de los hechos, micro procesos de negociación, comunicaciones científicas
Michael Foucault	Histórico	Instituciones, prácticas, hábitos, comportamientos, campo aproblemático, crisis en el comportamiento
Thomas Kuhn	Histórico	Revoluciones científicas, tradiciones de investigación, paradigma antiguo, ciencia normal, comunidades científicas, elemento de arbitrariedad, creencias, orden de los experimentos, aspectos específicos que le llaman la atención, preguntas y técnicas de investigación que se pueden plantear legítimamente, acumulación de contradicciones

Fuente: Barnes (1982); Foucault (2004 y 1979); Gil Antón (1997); Heisenberg (1977); Husserl (1982); Kuhn (2006); Latour y Woolgar (1995) y Weber (2007, 1971 y 1944). Elaboración propia.

Los estudios de la ciencia revisados en la sección anterior permitieron ver que el estudio del sistema de ciencia y técnica actual requiere del empleo de conceptos y métodos de trabajo provenientes de la filosofía, la sociología y la historia, por lo que para contrastar la hipótesis se diseñó un estudio de campo

en el cuál fueron retomados algunos de los conceptos y métodos señalados en la mencionada sección.

El primer paso de dicho estudio fue revisar documentos que permitieran conocer como la ciencia se ha desarrollado a lo largo de la historia y de cómo los hombres y mujeres que la impulsaron trabajaron para generar el conocimiento científico que hoy compone su acervo, así como el desarrollo histórico que tuvo que darse para configurar los comportamientos, los hábitos, las prácticas y las instituciones que componen a la forma de hacer ciencia en la actualidad y cuyo conocimiento ayudará a mejorar su comprensión.

A su vez el estado de la cuestión sustentó el diseño y la puesta en práctica de un estudio de campo para recopilar información empírica con la cuál contrastar la hipótesis formulada en la presente investigación. Por último el análisis de la información recabada en campo se llevo a cabo retomando los mismos métodos utilizados para entender la información acopiada durante la revisión documental, a continuación se realiza una descripción de los materiales y métodos utilizados en cada etapa de la investigación anteriormente mencionada.

6.1. Método de trabajo para la recopilación de la información documental

El estado de la cuestión se construyo describiendo el trabajo de investigación que realizaron siete científicos emblemáticos a lo largo de la historia de la ciencia: Aristóteles, Galileo Galilei, James Clerk Maxwell, Max Planck, Max Weber, Richard Feynman y Michael Gibbons, que en conjunto permiten conocer lo que ha sido la investigación científica desde la época griega clásica hasta nuestros días. Era de interés para la presente investigación entender los mecanismos de generación de conocimiento, los de validación de dicho conocimiento y los de socialización del mismo para conocer como funciona la generación de conocimiento científico en cada época seleccionada.

El estudio de los mecanismos mencionados necesito ser complementado con la descripción a nivel más fino del método de trabajo general que cada científico mencionado utilizó para generar conocimiento científico; así como los elementos de control que cada científico utilizó para poder estar seguro de la veracidad del conocimiento generado. Además de lo anterior, también se busco recopilar información que permitiera conocer a las instituciones que participaron en la generación de conocimiento de cada época estudiada, así como las relaciones que establecieron y que por lo tanto proporcionaron el marco de trabajo donde los científicos desarrollaron su labor.

Por último se identificaron los fines, medios y consecuencias del tipo de investigación que llevaron a cabo los científicos estudiados para determinar con mayor claridad el alcance del trabajo que realizaron.

El estado de la cuestión fue complementado con una revisión de ocho estudiosos de la ciencia que se ubican en el campo de la filosofía, la sociología y la historia, y que tuvo como finalidad identificar conceptos y métodos útiles para integrar un enfoque ecléctico, el justo medio como lo llama Latour (1992) que permitiera a la vez el estudio del contenido de la ciencia junto con su articulación social.

Todos los elementos mencionados permitieron delinear no una historia de la ciencia, que no es la finalidad del estado de la cuestión que se menciona, sino el análisis de las interacciones que ocurren entre los elementos involucrados en la generación de conocimiento científico, el contenido cognitivo, las personas que generan el conocimiento, las instituciones donde laboran y la sociedad con la que se relacionaron, para de esta forma identificar más claramente no sólo los elementos que están presentes en la ciencia normal o paradigma dominante de hacer ciencia, sino como y porque cada uno de estos elementos se ha ido asentando a lo largo del tiempo hasta conformar el actual sistema de ciencia y técnica y por lo tanto poder identificar sus posibilidades de cambio. Ya que como lo menciona Foucault, la forma actual aproblemática de generar conocimiento científico se ha transformado en un campo problemático, sobre todo considerando su relación con la sociedad, con necesidades de cambio en los comportamientos que lleven a su vez a generar cambios en los hábitos, en

las prácticas y por último en las instituciones relacionadas con la creación de la ciencia.

6.2. Método de trabajo para la recopilación de la información empírica

La realidad con la que fue contrastada la hipótesis, es la que viven los investigadores y las investigadoras que llevan a cabo la generación de conocimiento científico en las instituciones de educación superior e investigación en España y México. Para estudiar dicha realidad se diseñó e implementó un estudio de campo que estuvo integrado por la realización de entrevistas focalizadas (Flick, 2004), para lo cual se diseñó una guía de entrevista que fue probada con 10 entrevistas realizadas a igual número de investigadores en 2009 para hacer los ajustes pertinentes. La guía de entrevista estuvo integrada por tres apartados, buscando indagar sobre la formación y la experiencia en investigación de los científicos entrevistados, el conocimiento que generan y la comunidad científica con la que dichos investigadores se relacionan, en cada uno de los apartados, se abordaron algunas preguntas relacionadas con los vínculos que los investigadores mantienen con la sociedad de la que forman parte.

Una vez ajustada la guía y diseñada la base de datos correspondiente para capturar la información recabada, se procedió a realizar las entrevistas en el período comprendido entre enero y julio de 2010. Se llevaron a cabo 66 entrevistas a científicos y científicas que laboraban en 14 instituciones académicas y de investigación, siete de ellas fueron universidades y el resto centros de investigación; nueve de ellas ubicadas en México y cinco en España, como se aprecia en la tabla 2.

En el caso de México, las instituciones donde se llevaron a cabo las entrevistas fueron seleccionadas considerando las disparidades regionales que se presentan en el desarrollo del sistema de ciencia y técnica, que como ya se mencionó líneas atrás, se encuentra desigualmente distribuido en la geografía del país. Así, debido a que cerca del 50% de los centros de educación superior

y de investigación se encuentran asentados en el centro del país, se decidió no hacer un muestreo al azar, sino que se hizo una selección de los investigadores e investigadoras por la región donde laboraban.

El método de selección mencionado, provocó entonces que fueran entrevistados un mayor porcentaje de investigadores de la región sureste y un menor porcentaje perteneciente al norte de México, como se puede observar en la Tabla 12. Lo anterior tiene como consecuencia, que los datos presentados en éste estudio provengan en un porcentaje más alto de la realidad que viven los investigadores que habitan en el sureste de México y que por lo tanto no sean representativos de las condiciones en que se desenvuelven los investigadores de las otras dos regiones mencionadas. La ventaja es que el presente estudio aborda una realidad que muy pocas veces es tratada en los estudios sobre la situación de la ciencia en México, ya que la mayor parte de ellos se realiza con referencia a las instituciones del centro del país.

Tomando en cuenta la situación mencionada anteriormente, se hizo una selección de científicos, utilizando como universo de referencia los investigadores cuyos proyectos fueron aprobados en la convocatoria emitida por el CONACYT para financiar proyectos de ciencia básica en 2008. La decisión anterior se basó en el entendido de que los responsables de dichos proyectos se encontraban participando activamente en la generación de conocimiento científico y sus capacidades para realizar investigación fueron valoradas positivamente por sus pares, en vista de que les aprobaron los proyectos presentados.

Así, se contactó a 64 responsables de proyectos de las 640 propuestas aprobadas; de ellos sólo el 29% (es decir, el 2.9% del total de proyectos aprobados) respondió afirmativamente a la solicitud de entrevista. Los investigadores del norte del país fueron los que muy escasamente respondieron a la solicitud enviada, por lo que al contarse con pocas entrevistas de esta región, se recurrió a contactar a investigadores que pertenecían al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y que radicaban en la ciudad de Monterrey Nuevo León, por ser esta la ciudad más importante del

norte del país. En este mismo sentido, y para mejorar la representatividad de los datos provenientes del sureste de México, se entrevistó a otros investigadores radicados en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas que no estaban contemplados en el universo original de trabajo. La ubicación geográfica de las instituciones donde laboraban los científicos entrevistados, se presentan en la Tabla 12.

En relación a los investigadores españoles, el método de selección fue otro por tratarse de una realidad diferente en donde las disparidades regionales no son tan acentuadas como en México. Sin embargo y debido a que las entrevistas a investigadores españoles fueron realizadas posteriormente a las realizadas en México, se tomó la decisión de entrevistar a investigadores que laboraran en campos de conocimiento cercanos a las ciencias biológicas, debido a que la mayor parte de entrevistas realizadas en México correspondieron a dicho campo, como se puede ver en la Tabla 13.

TABLA 12. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS INSTITUCIONES DONDE LABORABAN LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ENTREVISTADOS.

País	Región	Porcentaje total	Universidades	Centros de investigación
México	Norte	25.0	1	1
	Centro	34.4	3	1
	Sureste	40.6	1	2
	Total	32	5	4
España	Andalucía	5.9	1	0
	Comunidad de Madrid	94.1	1	3
	Total	34	2	3
Total		66	7	7

Fuente: elaboración propia.

Por lo anteriormente mencionado se procedió a seleccionar dos centros de investigación relacionados con el campo de conocimiento de las ciencias biológicas, estos fueron el Centro de Biología Molecular Severo y el Centro de Ciencias Medio Ambientales. Adicionalmente se había contactado con dos investigadores de la Universidad de Sevilla para entrevistarlos por lo que se decidió procesar la información proveniente de estas entrevistas como parte del universo de trabajo. Aunado a lo anterior, varios de los investigadores que laboraban en el Severo Ochoa, contactados para realizar la entrevista, estaban

adscritos a la Universidad Autónoma de Madrid, por lo que se decidió tratar esta información como proveniente del contexto de trabajo con que cuentan las universidades.

Así, fueron enviados correos electrónicos a 85 científicos que contaban con la categoría de investigadores científicos que laboraban en el período mencionado en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa y a 66 investigadores del Centro de Ciencias Medio Ambientales. De ellos respondieron afirmativamente el 33% (50 investigadores), pero sólo se pudo concretar las entrevistas con 34 de ellos. Como se aprecia en la Tabla 12 la gran mayoría de los investigadores españoles entrevistados viven en la Comunidad de Madrid, por lo que los datos recabados en el presente estudio pertenecen a la realidad no de la investigación en España, sino al tipo de investigación que se realiza en la Comunidad de Madrid. Otra consideración importante con respecto a estos datos es que la mayor parte de los entrevistados laboran en centros de investigación, por lo que la realidad a la que se refieren es diferente a la que priva en las universidades pertenecientes a los mismos países. Como se aprecia en la tabla 4 donde se presenta un concentrado de los campos de conocimiento y disciplinas de los entrevistados, la mayor parte de entrevistas fue hecha con investigadores y docentes relacionados con el campo de conocimiento de las ciencias naturales.

Cada entrevista duro aproximadamente noventa minutos, dependiendo de la disposición del o de la entrevistada para hablar sobre el tema; durante este tiempo los entrevistados respondieron a 28 preguntas cuyas respuestas fueron grabadas y transcritas, por lo que actualmente se cuenta con cerca de 98 horas de grabación y 990 folios con las transcripciones de las entrevistas. La información recabada fue ordenada y capturada en una base de datos hecha en el programa Acces de Microsof.

TABLA 13. CAMPO DE CONOCIMIENTO Y DISCIPLINA A LA QUE PERTENECEN LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ENTREVISTADOS.

Campo de conocimiento	Disciplina	Total	España	México	Investigadores	Docentes
Ciencias agrícolas	Agronomía	1.6	0	25	17	0
	Desarrollo territorial	1.6	0	25	17	0
	Entomología	3.2	33	25	17	100
	Fisiología vegetal	1.6	33	0	17	0
	Parasitología	3.2	33	25	33	0
Ciencias naturales	Bioinformática	1.6	3.2	0	3.2	0
	Biología	6.4	0	25	0	25
	Biología celular	3.2	3.2	6.3	3.2	6.3
	Biología molecular	13	19	13	16	19
	Biología molecular celular	3.2	6.5	0	6.5	0
	Bioquímica	3.2	6.5	0	6.5	0
	Bioquímica y biología molecular	3.2	6.5	0	0	13
	Bioquímica y genética humana	1.6	3.2	0	3.2	0
	Biotechnología	3.2	0	13	6.5	0
	Ecología	13	19	13	26	0
	Farmacología	1.6	3.2	0	0	6.3
	Genética	1.6	0	6.3	3.2	0
	Geografía física	1.6	3.2	0	0	6.3
	Geomicrobiología	1.6	3.2	0	3.2	0
	Geoquímica	1.6	3.2	0	3.2	0
	Microbiología	6.4	9.7	6.3	6.5	13
	Neurobiología	4.8	9.7	0	9.7	0
	Química	3.2	0	13	0	13
	Química farmacobiología	1.6	0	6.3	3.2	0
Ciencias sociales	Antropología	4.8	0	60	50	67
	Educación	1.6	0	20	0	33
	Sociología	1.6	0	20	50	0
Matemáticas e ingeniería	Ingeniería eléctrica	6.3	0	100	0	100
Total de entrevistas		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

6.3. La relación entre docencia e investigación

El estudio de campo para comprobar la hipótesis permitió describir y explicar la forma en que la docencia y la investigación se vinculan en los contextos español y mexicano. La descripción mencionada se hizo en base al análisis de los argumentos que caracterizan a las perspectivas de complementariedad, independencia y conflicto mencionados por los entrevistados; así como al conteo de las frecuencias y porcentajes de dichas opiniones para conocer la o las perspectivas que de la vinculación entre docencia e investigación, tienen los científicos que trabajan en el modo de ciencia académica y los que participan en el modo 2 de generación de conocimiento socialmente distribuido.

Posteriormente, en la sección se analizan algunas variables que tienen influencia sobre la forma en que los científicos conciben la relación entre docencia e investigación y por lo tanto la perspectiva a la que se adhieren para encontrar explicaciones de dicha concepción. Así, la influencia de los actores que participan en la relación docencia e investigación, la decisión de elegir la carrera investigadora y el modo de generar conocimiento científico proporcionan algunas explicaciones del fenómeno mencionado. Las explicaciones mencionadas permitirán a su vez, proyectar y prever acciones que permitan potenciar la interrelación entre ambos procesos en aras de mejorar su contribución al desarrollo del actuar racional de los seres humanos.

6.3.1. Análisis de los argumentos que caracterizan a cada perspectiva

La relación docencia investigación genera una variada cantidad de reacciones entre los docentes e investigadores entrevistados, para muchos no hay duda de que están tan interrelacionadas que es difícil marcar fronteras, tal como lo indica la perspectiva de complementariedad de Braxton (1996); sin embargo, para otros, sobre todo, investigadores, ambas actividades no tienen porque estar vinculadas (perspectiva de conflicto), o si lo están no se tendrían que

llevar a cabo al mismo tiempo (perspectiva de independencia). Las respuestas aportadas por los 64 entrevistados en relación a la pregunta ¿Cómo se vinculan a su juicio docencia e investigación? Fueron clasificadas en 16 argumentos, de los cuáles diez corresponden a elementos planteados por Zaman (2004) como argumentos a favor de una perspectiva u otra, y seis a nuevos argumentos que apoyan sobre todo a la perspectiva de complementariedad, lo que sugiere la existencia de una rica experiencia de complementariedad en la actividad docente e investigadora de los entrevistados, como se aprecia en la Ilustración 26.

En contraste con la situación anteriormente planteada, los entrevistados mencionaran solo dos de los argumentos planteados por Zaman (2004) para la perspectiva de conflicto y no aportaron elementos nuevos a favor de dicha perspectiva. La incorporación de elementos nuevos también ocurrió en la perspectiva de independencia, donde fue mencionado el de que la docencia y la investigación no se vinculaban como debieran por las cuestiones del contexto español y mexicano donde se desarrolló la investigación.

Los docentes e investigadores mencionaron solamente el enseñar conocimientos actualizados y la clarificación de la enseñanza como argumentos a favor de la perspectiva de la complementariedad entre docencia e investigación, de entre la lista de argumentos esbozada por Zaman (2004). En cambio, los entrevistados, ven como elementos a favor el ampliar la perspectiva del marco teórico de lo que enseñan, pues el llevar a cabo investigación les obliga a conocer a profundidad el campo de conocimiento que estudian. Los entrevistados nombraron también la problematización del conocimiento enseñado a los estudiantes como otro de los argumentos a favor, pues los docentes que hacen investigación se ven más impulsados a no repetir lo que han aprendido en los libros, sino a cuestionar el conocimiento abordado en la docencia.



ILUSTRACIÓN 26. COMPARACIÓN DE LOS ARGUMENTOS PLANTEADOS POR ZAMAN (2004) Y LOS ENCONTRADOS EN LAS RESPUESTAS DE LOS ENTREVISTADOS CON RESPECTO A LA RELACIÓN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.

Por su parte los investigadores, además de todos los argumentos mencionados por Zaman (2004), agregaron la vinculación de estudiantes a los proyectos de investigación como otro argumento importante a favor de la perspectiva complementaria, pues el participar en docencia permite a los investigadores identificar a los estudiantes más entusiastas y con mejores cualidades para participar en la generación de conocimiento científico, así como formarlos para mejorar dichas cualidades. Otro de los argumentos a favor por parte de los investigadores, lo constituye la difusión de sus resultados de investigación, tal como se aprecia en la Ilustración 26.

Tanto docentes como investigadores sostuvieron que además de los elementos anteriores la relación complementaria entre docencia e investigación les permite formar nuevos investigadores y el hacer colectiva la generación de conocimiento científico. En tanto que la perspectiva de independencia además del argumento de que no se vinculan pues son procesos independientes encontrado en Zaman (2004); los entrevistados agregaron que no se vinculan como debieran por las condiciones del contexto tanto de la situación de la ciencia y la técnica como de las universidades tanto en México como en España.

En cuanto a la perspectiva del conflicto, los entrevistados solo mencionaron dos de los argumentos encontrados en Zaman (2004) el de que ambas actividades requieren de rasgos de personalidad distintos y que el tiempo, la energía y el compromiso de docentes e investigadores es limitado. Llama la atención que no se esgrimieran argumentos como el de la existencia de patrones divergentes para la asignación de recompensas a cada una de estas actividades, que sin embargo, es un elemento importante para explicar el conflicto que se presenta para realización de ambas actividades, como se aprecia en la ilustración 3.

6.3.2. Las perspectivas de complementariedad, independencia y conflicto en la opinión de los científicos

Los docentes e investigadores entrevistados aportaron opiniones relacionadas con los argumentos que apoyan una u otra perspectiva, pero en algunos casos, incluso se mezclaban los argumentos de los tres tipos de perspectivas; es decir, que en su opinión y experiencia las circunstancias y su decisión personal han hecho que estas dos actividades hayan sido complementarias en ciertos momentos, en otros el contexto los ha empujado a verlas como independientes y en otras más como enfrentadas. Así, se realizaron dos tipos de análisis de las respuestas dadas por los entrevistados, el primero de ellos consistió en contabilizar las opiniones vertidas por los 69 entrevistados hasta un máximo de tres posibilidades, obteniéndose con ello 172 opiniones correspondientes a los 16 argumentos utilizados para clasificar dichas opiniones. El segundo análisis consistió en considerar sólo la primera de las opciones vertida por los participantes, es decir, contabilizando solo 64 opiniones.

Al ser complementariedad la perspectiva dominante en las respuestas dadas por los entrevistados, el análisis de las tres opiniones por participante aumenta la diferencia que existe entre dicha perspectiva y las otras dos categorías analizadas, como se puede ver en las Tabla 14 y Tabla 15. Así, la Tabla 14 muestra que mientras la perspectiva dominante recibió el 80% del conteo de votos, en Tabla 15, dicha perspectiva disminuyó hasta el 68%. Llama la atención que en Tabla 14 la perspectiva de independencia haya sido la más baja, mientras que en la Tabla 15, la perspectiva de conflicto recibió una menor cantidad de votos (14%). A pesar de lo anterior los resultados marcan una notable diferencia con relación a lo encontrado en los estudios revisados por Braxton (1996), ya que en ellos la perspectiva dominante es, con mucho, la de independencia (60% de los casos) seguida por la de complementariedad (37%) y muy alejada de esta con solo un caso la perspectiva de conflicto.

Los resultados mencionados en el párrafo anterior sugieren que docencia e investigación están más relacionadas por lo menos en el discurso de los académicos de México y España, que en los estudios revisados por Braxton

(1996). Para algunos de los entrevistados docencia e investigación se encuentran tan relacionadas que en cierto modo no hay línea que las separe, muchos de ellos participan en cursos formales de licenciatura y posgrado, pero sobre todo la mayoría de ellos trabaja en la asesoría de tesis de licenciatura y posgrado, con lo cual están en estrecho contacto con estudiantes, formándolos, problematizando con ellos el conocimiento científico que generan o contando con su participación en los laboratorios donde laboran.

TABLA 14. RESULTADOS DEL CONTEO DE VOTOS DE HASTA TRES OPINIONES POR ENTREVISTADO SOBRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN VERTIDAS POR LOS DOCENTES E INVESTIGADORES ENTREVISTADOS.

Perspectiva	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Complementariedad	79.7	86.4	73.6	91.0	72.4
Independencia	9.3	4.9	13.2	1.5	14.3
Conflicto	11.0	8.6	13.2	7.5	13.3
Total de respuestas contabilizadas	172	81	91	67	105

Porcentaje por categoría de análisis. Fuente: elaboración propia.

TABLA 15. RESULTADOS DEL CONTEO DE VOTOS DE UNA SOLA OPINIÓN POR ENTREVISTADO SOBRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN VERTIDAS POR LOS DOCENTES E INVESTIGADORES ENTREVISTADOS.

Perspectiva	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Complementariedad	68.8	75.9	62.9	87.5	57.5
Independencia	17.2	10.3	22.9	4.2	25.0
Conflicto	14.1	13.8	14.3	8.3	17.5
Total de respuestas contabilizadas	64	29	35	24	40

Porcentaje por categoría de análisis. Fuente: elaboración propia

La idea de complementariedad entre docencia e investigación es ligeramente más dominante en México (86% y 75% Tabla 14 y Tabla 15, respectivamente) que en España (73 y 63%) en los dos tipos de análisis, sin embargo, las diferencias se acentúan más en la perspectiva de independencia, ya que la de conflicto se iguala en el análisis del conteo de una sola opción. Los docentes entrevistados perciben más la complementariedad entre las actividades analizadas que los investigadores y resulta clara esta diferencia en el caso del análisis del conteo de una sola opción, ya que la percepción de complementariedad de los investigadores disminuye hasta 57%; mientras que

la de independencia alcanza su nivel más alto, como se puede apreciar en las Tabla 14 y Tabla 15.

TABLA 16. RESULTADOS MÁS RELEVANTES POR PERSPECTIVA.

Argumentos	México		España		Porcentaje total por argumento
	Docentes	Investigadores	Docentes	Investigadores	
Perspectiva de complementariedad					
d) Exposición de estudiantes	2.3	2.9	2.9	8.7	16.8
k) Formación de investigadores	4.7	2.3	1.7	4.7	13.4
h) Vinculación de estudiantes	3.5	1.7	1.7	2.3	9.2
j) Difundir resultados de investigación	2.3	1.7	1.7	2.9	8.6
c) Enseñar conocimientos actualizados	1.7	1.7	1.2	3.5	8.1
b) Ampliación de marco teórico	2.9	1.2	0.0	1.7	5.8
Perspectiva de independencia					
m) No se vinculan	0.0	0.6	0.0	1.2	1.8
n) No se vinculan como debieran	0.6	1.2	0.0	5.8	7.6
Perspectiva de conflicto					
ñ) Ambas actividades requieren de rasgos de personalidad distintos	1.7	0.0	0.0	3.5	5.2
o) El tiempo, la energía y el compromiso es limitado	1.2	1.2	0.0	3.5	5.9

Porcentaje del total de los argumentos vertidos por los entrevistados. Fuente: elaboración propia.

Debido a que fueron utilizadas una gran cantidad de argumentos para analizar las respuestas dadas por los entrevistados con relación a la vinculación entre docencia e investigación, los porcentajes obtenidos para cada categoría fueron muy bajos. Por ejemplo, dentro de la perspectiva de complementariedad la exposición de estudiantes al trabajo académico fue el elemento que obtuvo la mayor cantidad de menciones pero solo alcanzo el 16% del total de opiniones

contabilizadas, como se puede apreciar en la tabla 8. Además del anterior, la formación de nuevos investigadores, la vinculación de estudiantes a proyectos de investigación y el difundir conocimientos actualizados fueron los argumentos más importantes para los entrevistados, como se puede ver en la Tabla 16. Para docentes e investigadores resultó de menor interés el hacer colectiva la generación de conocimiento, el poder aclarar los pensamientos y mejorar las habilidades de comunicación y la producción de nuevas ideas en interacción con estudiantes.

Los docentes opinaron que investigar les permite no sólo estar en contacto con el conocimiento científico más novedoso, sino sobre todo, es un gran apoyo didáctico porque cuando llevan a los estudiantes a sus laboratorios y les muestran lo que están investigando esto tiene mayor impacto que el solo impartir cátedra a partir de lo leído en los libros de texto. Por su parte, para los investigadores, la docencia que imparten en licenciatura, pero principalmente en posgrado les obliga a ampliar el marco teórico empleado en sus investigaciones, pues por lo general deben enseñar temas mucho más amplios que los abordados en su campo de especialización en relación a la generación de conocimiento científico. Además, el transmitir vivencias propias les da mayor seguridad sobre lo que enseñan y la oportunidad de contar con mayores apoyos didácticos. Aunado a lo anterior, al vincular a estudiantes a sus proyectos de investigación, los investigadores pueden ampliar el trabajo de investigación que realizan, puesto que dichos estudiantes realizan las tareas de un investigador en formación.

Con relación a la perspectiva de independencia, el argumento mayormente mencionado y sobre todo por los investigadores españoles, fue el de que docencia e investigación no se vinculan como debieran debido a la situación del contexto, tanto en España, como en México; como se puede ver en la Tabla 16. Por ejemplo, la estructura de los planes de estudio donde participan algunos de los entrevistados no incluye la incorporación de actividades de investigación, por lo cuál los estudiantes se encuentran sobrecargados de cursos teóricos y no disponen de tiempo para participar en investigaciones. En otras ocasiones, el deber ser de investigadores y docentes, marcado por las instituciones donde laboran, no alienta el desarrollo de esta relación. Por

ejemplo, varios investigadores manifestaron que aunque reconocen que es positivo que la relación entre docencia e investigación ocurra, la sobrecarga de trabajo para poder cumplir con los parámetros de productividad de sus instituciones, aunado a una creciente actividad burocrática, les impide que puedan participar en actividades docentes.

Por el contrario, varios docentes opinaron que la relación docencia e investigación no se da como debiera pues la excesiva carga de trabajo frente a grupo les impide llevar a cabo investigación. Una de las entrevistadas manifestó que cuando propuso que se disminuyera el número de grupos de estudiantes que cada docente atendía para que éstos pudieran participar en investigación, los docentes protestaron porque argumentaron que la propuesta les iba a producir más trabajo al tener que participar en investigación.

Llevar a cabo docencia e investigación requiere tiempo y dedicación, lo que hace que su desarrollo al unisonó implique no pocos problemas de tiempo y organización. En consecuencia, el conflicto ocurre, tanto porque el tiempo, la energía y el compromiso tienen un límite, como porque docencia e investigación requieren de rasgos de personalidad distintos. En este sentido, fueron los investigadores españoles quienes más opiniones manifestaron al respecto, en comparación con los mexicanos entrevistados, como se puede observar en la Tabla 16. En la opinión de algunos de los entrevistados es tan difícil llevar a cabo ambas actividades, que es mejor especializarse en una de las dos; cuando se considera que la evaluación de las actividades académicas tanto de docentes como de investigadores está regida por los criterios que privilegian la investigación, es fácil ver que la docencia recibirá menor atención en esta perspectiva de conflicto.

En la literatura se plantea que los resultados obtenidos en los estudios sobre docencia e investigación; sí bien no pueden respaldar una posición de competencia entre ambas actividades, tampoco aportan resultados sólidos que hablen de una relación de complementariedad, por lo cuál la perspectiva más aceptada es la de la independencia (Zaman, 2004). Además, la literatura revisada sobre el trabajo académico en Latinoamérica y específicamente en México menciona que se percibe un fuerte conflicto entre estas dos

actividades, al incorporarse tardíamente la actividad investigadora a la función docente (Fortes y Lomnitz, 1991; Galaz, et al., 2008; Gil Antón, 2002 y Lolas, 2008). Así, resalta que las opiniones vertidas por los entrevistados en la presente investigación apoyen más la perspectiva de complementariedad que las de independencia y conflicto.

Por otra parte, cerca del 45% de las opiniones vertidas por los entrevistados pertenecen a elementos no mencionados por Zaman (2004) para caracterizar la relación entre docencia e investigación, es decir, son argumentos nuevos identificados durante la presente investigación, lo cual podría ser un indicio de que docencia e investigación podrían estar estableciendo en México y España una relación un tanto diferente a la descrita por dicho autor. Entre los argumentos nuevos más importantes se encuentran: la formación de nuevos investigadores y la difusión del conocimiento generado por docentes e investigadores entrevistados en la perspectiva de complementariedad y el que docencia e investigación no se vinculen como debieran por la situación del contexto en la perspectiva de independencia.

Con respecto a las diferencias entre las opiniones de docentes e investigadores, cabe señalar, que dos de los tres principales argumentos mencionados por los investigadores de ambos países analizados, corresponden a elementos considerados por Zaman (2004) con mayor relación con el trabajo de los docentes; por ejemplo, la exposición de estudiantes a la actividad académica y clarificar la enseñanza con resultados de investigación propios. De la misma forma, uno de los argumentos esgrimidos por los docentes entrevistados corresponde más al trabajo realizado por los investigadores, la difusión de sus resultados de investigación. Lo anterior puede ser un indicio de que las actividades de docencia e investigación se encuentran muy relacionadas, por lo menos en el discurso manejado por los entrevistados.

Las diferencias que se observan con respecto a lo reportado en la literatura pueden deberse a que varios de los investigadores mexicanos entrevistados realizan un trabajo cotidiano de docencia, pues laboran en centros de investigación que tienen incorporados programas de posgrado, por lo que esta

actividad se desarrolla de manera constante y es demandada y evaluado su cumplimiento en sus centros de trabajo. Lo mencionado anteriormente, explicaría en parte la fuerte relación entre docencia e investigación que los científicos entrevistados manifiestan. En España, la posición de los entrevistados con respecto a la vinculación entre docencia e investigación se encuentra dividida, pues el 26% de los investigadores entrevistados pertenecen al Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CBMSO) un centro mixto gestionado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Autónoma de Madrid, lo que hace que sus integrantes investigadores y docentes reciban demandas más constantes para participar en programas de posgrado de la misma universidad. Lo anterior no ocurre con los investigadores entrevistados (15%) que laboran en el Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA) del mismo CSIC, quiénes manifestaron que los investigadores que pertenecen al Consejo no tienen dentro de sus tareas la realización de docencia y que los investigadores que participan en diversos programas de posgrado lo hacen siguiendo una motivación personal, por lo cual es aleatoria.

6.3.3. Influencia de los actores que participan en la relación docencia e investigación sobre el desarrollo de la misma

La relación docencia e investigación no se desarrolla de forma automática, ambas actividades se encuentran vinculadas en universidades y centros de investigación o bien por el trabajo e interés de las autoridades; o bien por el del personal académico que las lleva a cabo. Aunque también puede ocurrir que no exista ni lo uno, ni lo otro, es decir, que estas dos actividades se encuentren vinculadas aleatoriamente o desvinculadas porque falta interés y acciones concretas por parte de las autoridades de dichas instituciones o del personal académico que en última instancia es el que le da vida a esta relación.

Sí se considera que el patrón predominante en las instituciones a las que pertenecen los entrevistados es el de la universidad de investigación, tal como lo plantea Gil Antón (2002), entonces cabría esperar en las respuestas de los

entrevistados, que la relación entre docencia e investigación se mantenga mayoritariamente por el interés de los docentes e investigadores pues las autoridades estarían incentivando mas las actividades de investigación que las de docencia. En efecto, a excepción de los docentes mexicanos, el resto de los entrevistados manifestó que dicha relación es incentivada sólo por el interés de los docentes e investigadores pues las autoridades hacen poco por motivar que ambas actividades se relacionen. El 47% de los docentes mexicano opinó que docencia e investigación se vinculan por el interés de los participantes en ella; mientras que el 40% dijo que esta vinculación estaba más relacionada con el trabajo de las autoridades, como se observa en la Tabla 14. No ocurre lo mismo para los docentes españoles para quiénes estas dos actividades se encuentran relacionadas más por el interés de los docentes que de las autoridades y más aún, cerca del 10% de los entrevistados opinaron que dichas actividades se encuentran desvinculadas debido al desinterés tanto de autoridades como del personal docente, tal y como se aprecia en la Tabla 17.

TABLA 17. DESEMPEÑO DE LA RELACIÓN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN DEBIDO A LA INFLUENCIA DE LOS ACTORES INVOLUCRADOS EN DICHA RELACIÓN.

Vinculación entre docencia e investigación	Total	México	España	Docentes	Investigadores
1. Vinculadas por el trabajo del sistema	18.2	29.0	8.6	33.3	9.5
2. Vinculadas por el interés de los actores	48.5	51.6	45.7	50.0	47.6
3. Vinculadas aleatoriamente	6.1	9.7	2.9	12.5	2.4
4. Desvinculadas por el desinterés de los actores	9.1	3.2	14.3	0.0	14.3
5. Desvinculadas por el desinterés del sistema	18.2	6.5	28.6	4.2	26.2
Total de respuestas contabilizadas	66	31	35	24	42

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Como se esperaba por el tipo de institución donde laboran, los investigadores manifestaron que en su entorno, docencia e investigación están menos vinculadas, aún así cerca de un 70% de investigadores mexicanos y un 40% de españoles manifestó que ambas actividades se encuentran vinculadas por el interés de los actores involucrados, según se aprecia en la Tabla 17. En contraste, sólo el 14% de los primeros y el 4% de los segundos atribuyen esta vinculación al interés de las autoridades responsables de sus centros de

trabajo. Esta situación es más grave aún, en el caso de España, ya que cerca del 50% de los entrevistados percibe una desvinculación entre ambas actividades debido al desinterés tanto de autoridades como de investigadores, de acuerdo a como se observa en la Tabla 17.

6.3.4. La decisión de ser científico y la vinculación entre docencia e investigación

Los investigadores y docentes entrevistados decidieron trabajar en la generación de conocimiento científico debido a varias razones, que podrían estar influenciando su desarrollo y orientación en dicha actividad académica, tal como lo menciona Elton (2001; citado por Zaman, 2004) ya que los académicos piensan en una relación positiva en función de sus propias experiencias y no en la de sus actuales estudiantes. Así, por ejemplo, se esperaría que los académicos que fueron influenciados por la educación formal (38% de los entrevistados, como se aprecia en la Tabla 18) o por algún enfoque de investigación específico para convertirse en científicos hubieran aportado mayor número de opiniones a favor de la perspectiva de complementariedad y por el contrario, que aquellos que fueron influenciados por alguna vivencia o situación específica fuera de este ámbito (37%) estuvieran mas relacionados con las perspectivas de independencia o conflicto. En el caso de éstos últimos, ocurre en efecto que su opinión a favor de la perspectiva de independencia es la más alta (24%) y la de conflicto es una de las más altas (16%). Por lo que respecta a los académicos que fueron influenciados por la educación formal, la percepción de relación positiva es más bien intermedia, pues solo el 70% de los entrevistados en esta categoría opinaron que la relación docencia e investigación es benéfica para ambas actividades y cerca del 19% estuvieron a favor de la perspectiva de independencia, como se puede ver en la Tabla 18.

La percepción intermedia con respecto a una relación benéfica entre docencia e investigación por parte de los académicos que fueron influenciados por la educación formal se acentúa más en España que en México, pues los

académicos españoles de esta categoría presentan los porcentajes más bajos a favor de la perspectiva de complementariedad como se puede apreciar en la Tabla 18. Lo anterior es importante si consideramos que en España, este grupo de entrevistados presenta aún un porcentaje de opiniones menor que el grupo influenciado por una vivencia o situación específica, el otro grupo más numeroso en cuanto a esta clasificación como se observa en la Tabla 18. En relación a este último grupo, sus integrantes apoyan con mayor fuerza la perspectiva de independencia más que de conflicto en contraposición a su baja percepción de la perspectiva de complementariedad.

En el caso mexicano, los académicos están más convencidos de una relación positiva entre docencia e investigación pues el porcentaje de entrevistados más numeroso se encuentra en la categoría influenciada por la educación formal (Tabla 18) y esta presenta el porcentaje de opiniones más alta en relación a la complementariedad entre docencia e investigación, como se ve en la Tabla 18. Sin embargo, en el grupo influenciado por una vivencia o situación específica se mantiene la tendencia a la baja en la percepción de complementariedad, pero se eleva la de conflicto, con lo cuál se polariza la relación; es decir, o es benéfica o ambas actividades se influyen negativamente (como se aprecia en la Tabla 18).

Los docentes siguiendo la tendencia descrita en la literatura perciben en mayor medida una relación benéfica entre docencia e investigación y esto se ve claramente en los grupos influenciados por la formación de capacidades a través de la experiencia, la influencia de un enfoque de investigación específico y la educación formal con porcentajes superiores al 80%, tal como se observa en la Tabla 18. Incluso el grupo que menos apoya esta perspectiva, el de la influencia por una vivencia o situación específica, presenta aquí un porcentaje de 70% a favor de la perspectiva de complementariedad (ver Tabla 18). De esta manera, las perspectivas de independencia y conflicto se mantienen en equilibrio con porcentajes de opinión muy bajos.

TABLA 18. RAZONES POR LAS QUE LOS DOCENTES E INVESTIGADORES QUE TRABAJAN EN UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN SE DEDICARON A LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

Antecedentes	Total	México	España	Docentes	Investigadores
a. Educación formal	38.8	46.9	31.4	48	33.3
b. Formación de capacidades a través de la experiencia	7.5	3.1	11.4	4	9.5
c. La influencia de un enfoque específico	14.9	6.3	22.9	16	14.3
d. Vivencia o situación específica	37.3	40.6	34.3	28	42.9
e. Otra	1.5	3.1	0.0	4	0.0
Total de respuestas	67	32	35	25	42

Fuente: elaboración propia, 2010.

Por el contrario, en la percepción de los investigadores entrevistados, docencia e investigación no son tan complementarias, pues aunque esta perspectiva es la que presenta los mayores porcentajes de opinión estos ya no son tan contundentes como en el caso de los docentes. Así, los investigadores que fueron influenciados por una vivencia específica son los que presentan el menor porcentaje a favor la complementariedad; mientras que son los investigadores influenciados por la educación formal quienes presentaron el mayor porcentaje en apoyo de la perspectiva de independencia y los de la influencia de un enfoque específico los de mayor apoyo a la de conflicto. Con relación a este último grupo, llama la atención que los investigadores españoles influenciados por este antecedente presenten el porcentaje más bajo en apoyo a la complementariedad entre docencia e investigación y el más alto para la perspectiva de conflicto. Lo anterior es importante si se considera que el grupo mencionado agrupa a cerca del 20% de los entrevistados como se observa en la Tabla 18.

TABLA 19. RELACIÓN ENTRE LAS PERSPECTIVAS ANALIZADAS Y EL ANTECEDENTE POR EL QUE LOS INVESTIGADORES DECIDIERON TRABAJAR EN INVESTIGACIÓN.

Antecedentes	Perspectiva	Total	México	España	Docentes	Investigadores
a. Educación formal	Complementariedad	69.2	80.0	54.5	83.3	57.1
	Independencia	19.2	13.3	27.3	8.3	28.6
	Conflicto	11.5	6.7	18.2	8.3	14.3
b. Formación de capacidades a través de la experiencia						
	Complementariedad	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
c. La influencia de un enfoque específico	Complementariedad	70.0	100.0	62.5	100.0	50.0
	Independencia	10.0	0	12.5	0.0	16.7
	Conflicto	20.0	0	25	0.0	33.3
d. Vivencia o situación específica	Complementariedad	60.0	61.5	58.3	71.4	55.6
	Independencia	24.0	15.4	33.3	14.3	27.8
	Conflicto	16.0	23.1	8.3	14.3	16.7
e. Otra	Complementariedad	100.0	100	0	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia, 2010.

6.3.5. El modo de generar conocimiento científico y la perspectiva que tienen los entrevistados de la relación docencia e investigación

Docencia e investigación forman parte de un sistema más complejo el de la ciencia académica, que de acuerdo con Gibbons *et al.* (1997) esta evolucionando a un nuevo modo de generación de conocimiento científico, llamado modo 2 o conocimiento socialmente distribuido y por lo tanto la relación docencia e investigación se encuentra influenciada por estos cambios.

Algunas diferencias importantes entre la ciencia académica y la generación de conocimiento socialmente distribuido son: la forma de definir los problemas que se investigan, la forma de investigar dichos problemas y los beneficios sociales que se perciben del trabajo de investigación desarrollado; una esquematización de dichas diferencias se puede apreciar en la Ilustración 27. El análisis de estos tres elementos considerando su relación con las perspectivas de complementariedad, independencia y conflicto descritas en el apartado anterior puede ayudar a visualizar como se esta dando la relación docencia e

investigación en cada modo de generación de conocimiento; así como las tendencias que seguirán estas actividades.

En la Ilustración 27 es posible observar una esquematización de las diferencias fundamentales entre los dos modos de generación de conocimiento con relación a las tres características mencionadas y considerando la identificación de categorías o elementos comunes en las respuestas aportadas por los entrevistados a las preguntas: ¿Cómo concretó el problema de investigación que está estudiando actualmente?, ¿El problema investigado tiene mayor relación con ciencia básica, ciencia aplicada, desarrollo técnico, o una combinación de las anteriores? Y ¿Cuál ha sido el beneficio social más importante de su trabajo?

De esta forma se integro un gradiente para cada aspecto analizado. Por ejemplo, los problemas de investigación se concretan en la ciencia académica a partir de lo estudiado en la educación formal, son definidos por otros académico o en función del avance de un campo de conocimiento; es decir, formas más relacionadas con contextos disciplinares y gobernados por intereses académicos, Por el contrario, en el modo 2, los problemas se concretan a partir del conocimiento de una realidad concreta, es decir, en el contexto de aplicación donde será difundido y aplicado. Entre el contexto de aplicación y las mencionadas anteriormente existe un gradiente de otras maneras que determinan lo que se quiere investigar, como por ejemplo, conocer otras experiencias de investigación y la expertis en el tema (que pueden estar relacionadas con el modo uno o el dos). Es decir, que las diferencias entre un modo u otro no se dan de manera tajante, sino que existe una serie de formas intermedias que pueden estar relacionadas con ambos modos, dependiendo del contexto específico de la investigación.

De manera similar, el tipo de investigación que se realiza o los beneficios sociales obtenidos en un modo u otro pueden estar caracterizados por un gradiente en cuyos extremos se encuentran las formas más características de cada modo, pero que en el centro, los atributos pueden corresponder a ambos modos, tal y como se observa en la Ilustración 27. Así por ejemplo, el modo uno estaría integrado por los tipos de investigación denominados ciencia

básica, ciencia aplicada y desarrollo técnico, ya que en éste modo el conocimiento se genera primero para ser aplicado después; en tanto que el modo 2 estaría compuesto por una combinación de tipos de investigación organizados en estructuras determinadas por los practicantes en función de su pertinencia para resolver el problema en cuestión. Pero además, existen dos elementos que podrían pertenecer al modo uno si el conocimiento fuera generado en ciencia básica y después fuera aplicado en ciencia aplicada o en desarrollo técnico o al modo 2 si el conocimiento fuera generado, difundido y aplicado en el mismo contexto de aplicación bajo los métodos de investigación de la ciencia básica, de la aplicada o del desarrollo técnico.

El análisis de las respuestas proporcionadas por los investigadores entrevistados permiten ver que las diferencias mencionadas líneas arriba si bien constituyen tendencias, tampoco marcan diferencias absolutas, puesto que en ambos modos se encuentran presentes características más asociadas con el modo contrario. Por ejemplo, en la ciencia básica, la forma que mejor caracteriza al modo uno, también se concretan problemas de investigación a partir del conocimiento de una realidad concreta y de igual manera se trabaja en la gestión de problemáticas sociales, aunque de forma muy marginal, como se puede observar en la Tabla 20. Parece ser que el modo 2 se halla mejor definido en las respuestas dadas por los entrevistados, puesto que en ellas no encontramos respuestas asociadas al modo uno por lo que respecta a la definición del problema, como se aprecia en Tabla 20. Es importante resaltar que si bien, en la presente investigación se considera a la formación de recursos humanos especializados como beneficio social más cercano al modo uno, también fue mencionado por los practicantes del modo 2, lo que significa que también es considerado por éstos como producto importante de su trabajo.



ILUSTRACIÓN 27. ATRIBUTOS QUE PUEDEN PERMITIR LA CARACTERIZACIÓN DE LOS MODOS DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 20. RELACIÓN ENTRE TIPOS DE INVESTIGACIÓN, TIPOS DE CONCRECIÓN DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN Y BENEFICIOS SOCIALES MENCIONADOS POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Tipo de concreción de problema de investigación	Porcentaje total	Beneficios sociales	Porcentaje total
Ciencia básica	Estudiado en educación formal	37.0	Conocimiento teórico	55.6
	Definido por otros académicos	3.7	Recursos humanos especializados	29.6
	Avance en el campo de conocimiento	7.4	Difícil cuantificar	3.7
	Expertis en el tema	14.8	Conocimiento para resolver una problemática	7.4
	Conocer otras experiencias de investigación	18.5	Gestión de problemática social	3.7
	Conocimiento de realidad concreta	18.5		
Ciencia aplicada	Estudiado en educación formal	12.5	Conocimiento teórico	25.0
	Avance en el campo de conocimiento	37.5	Recursos humanos especializados	12.5
	Conocer otras experiencias de investigación	37.5	Ahorro en costes de investigación	37.5
	Conocimiento de realidad concreta	12.5	Conocimiento para resolver una problemática	12.5
			Valoración de conocimientos marginados	12.5
Desarrollo técnico	Estudiado en educación formal	100.0	Conocimiento para resolver una problemática	100.0
Ciencia básica y ciencia aplicada	Estudiado en educación formal	5.3	Conocimiento teórico	31.6
	Definido por otros académicos	10.5	Recursos humanos especializados	26.3
	Avance en el campo de conocimiento	10.5	Ahorro en costes de investigación	10.5
	Expertis en el tema	26.3	Consultorías	5.3
	Conocer otras experiencias de investigación	10.5	Conocimiento para resolver una problemática	21.1
	Conocimiento de realidad concreta	36.8	Gestión de problemática social	5.3
Ciencia aplicada y desarrollo técnico	Estudiado en educación formal	100.0	Conocimiento para resolver una problemática	100.0

Tipo de investigación	Tipo de concreción de problema de investigación	Porcentaje total	Beneficios sociales	Porcentaje total
Una combinación de las anteriores	Expertis en el tema	10.0	Recursos humanos especializados	10.0
	Conocer otras experiencias de investigación	30.0	Consultorías	10.0
	Conocimiento de realidad concreta	60.0	Difícil cuantificar	10.0
			Conocimiento para resolver una problemática	30.0
			Gestión de problemática social	20.0
			Valoración de conocimientos marginados	20.0
Total de respuestas contabilizadas		66		66

Fuente: Elaboración propia, 2010.

Por lo que respecta a la relación que existe entre tipos de investigación y perspectivas, se identifican dos tipos de fenómenos, como se observa en la Tabla 21; por un lado la ciencia académica presenta los porcentajes más altos de la perspectiva de complementariedad, lo que refleja que en éste tipo de investigación se ha establecido una interacción de complementariedad entre docencia e investigación. Por otro lado, el tipo de investigación constituido por una combinación de diferentes formas, asociado al modo 2, tiene el porcentaje más bajo en cuanto a la perspectiva de complementariedad y el más alto en relación a la de conflicto e independencia.

Probablemente la mayor demanda de tiempo, esfuerzo y compromiso que implica una mayor interacción social, como ocurre en el modo 2 esta influyendo para que los practicantes de este modo vean a la relación docencia e investigación en términos negativos o independientes. El fenómeno identificado anteriormente, coincide con la tendencia de separación entre docencia e investigación indicada por Gibbons *et al.* (1997) y por lo tanto plantea serios obstáculos para que docentes, investigadores y estudiantes se beneficien de la interacción producida por la generación de conocimiento en contextos de aplicación, el tipo de formación para laborar exitosamente en las competitivas sociedades actuales (González, 2010).

Pero también, la interacción mencionada en el párrafo precedente es el tipo de interacciones que harían falta desarrollar para que, tanto la docencia, como la

investigación tuvieran una influencia positiva en la potenciación de la capacidad racional del hombre, tal como lo plantean González (2001 y 2010), Macías (2004) y Medina (1944).

Pero no solo se debería pensar en términos individuales, es decir, en formar individuos que puedan desempeñarse en un mercado laboral altamente competitivo, para lo cual el desarrollo de las cualidades básicas para la investigación promueven el desarrollo de procedimientos relevantes para la construcción de conocimientos que respondan a las cambiantes necesidades de la sociedad; sino para contribuir a la atención de aquellas demandas que mejoren el estado general de bienestar (González y Macías, 2004).

No obstante que en la ciencia académica se presentan porcentajes más altos de la percepción de complementariedad, y de que es posible identificar experiencias exitosas donde se aplica esta enfoque como las mencionadas para la educación superior alemana (Ringer, 1996), las becas para estudiantes graduados en Estados Unidos (Geiger, 1996) y Francia (González, *et al.*, 2010), estas experiencias se siguen limitando al ámbito académico, sin estimular a los estudiantes y profesores a interactuar con diversos contextos y actores de la sociedad (Gibbons, *et al.*, 1997). En éste ámbito académico, difícilmente se podrán desarrollar los valores y cualidades necesarias para lograr una conciencia sobre la responsabilidad social de los profesionistas formados; éstos se desarrollan mejor en el modo 2 que en la ciencia académica, al estar en interacción los practicantes con una multiplicidad de actores y de contextos (*Ibíd.*).

El análisis entre países muestra que México presenta una tendencia similar, tal y como se ve en la Tabla 21, es decir, porcentajes altos de opiniones favorables a la perspectiva de complementariedad en los tipos de investigación asociados a la ciencia académica y más bajos en el tipo correspondiente al modo 2 de generación de conocimiento, incluso para los practicantes del modo 2 la opinión se encuentra dividida en torno a las tres perspectivas. En contraste, existe una tendencia contraria en España (Tabla 21), donde los porcentajes más altos con relación a la perspectiva de complementariedad se

presentan precisamente en el tipo asociado con el modo 2 y los más bajos con los tipos asociados a la ciencia académica.

Además, si se piensa que el número de personas que puede generar conocimiento científico en el modo uno o ciencia académica es muy reducido, pues el sistema de ciencia y técnica mexicano apenas cuenta con un investigador por cada 1000 habitantes de la PEA, en comparación con los 5 de que dispone el sistema español o los 9 que tiene el estadounidense; cabe pensar que, aunque dicho sistema funcionara adecuadamente, sus aportaciones no corresponderían al tamaño de la población a la que dicho conocimiento tendría que beneficiar de la forma esperada. Recuérdese también, que la población cualificada para participar en el sistema de ciencia y técnica académica no se incrementará grandemente en el futuro, puesto que aunque los titulados de grado de los niveles secundario (maestría) y terciario (doctorado) aumentan rápidamente, éstos aún se mantienen en niveles muy bajos, representando para 2008 apenas un titulado de maestría por cada 1000 habitantes de la PEA y un titulado de doctorado por cada 100,000 habitantes de dicha PEA.

Considerando que México contaba en 2008 con 7.58 titulados de grado por cada 1000 habitantes de la PEA no se puede dejar de considerar el potencial que una relación complementaria entre docencia e investigación bajo el modo de conocimiento socialmente distribuido tendría para este país. Es decir, si los estudiantes titulados de grado de las universidades mexicanas hubieran sido formados, para no sólo hacer uso del conocimiento científico, sino para participar en su generación mediante un modo socialmente distribuido.

Lo mencionado en el párrafo anterior, es importante si se considera que, de acuerdo con lo expresado por Gibbons, *et al.* (1997) la forma en que el nuevo modo de generación de conocimiento se establezca dependerá en gran medida en cómo las instituciones académicas se adapten a estos cambios. En las universidades españolas, el fenómeno descrito líneas arriba indica que existe una mayor dominancia de la perspectiva de conflicto entre los entrevistados relacionados con el modo uno, quiénes son el grupo dominante en las instituciones analizadas. En ese sentido, en un futuro, la perspectiva de

complementariedad encontrará mayores obstáculos para incorporarse como forma de trabajo en el modo 2, si desde la actualidad esta es valorada negativamente por los practicantes del modo dominante.

TABLA 21. RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE INVESTIGACIONES QUE REALIZAN LOS ENTREVISTADOS Y LA PERSPECTIVA QUE TIENEN CON RESPECTO A LA VINCULACIÓN ENTRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN.

Tipo de investigación	Perspectiva	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Ciencia básica	Complementariedad	28.8	90.0	58.8	100.0	60.0
	Independencia	6.1	0.0	23.5	0.0	20.0
	Conflicto	6.1	10.0	17.6	0.0	20.0
Ciencia aplicada	Complementariedad	10.6	80.0	100.0	75.0	100.0
	Independencia	1.5	20.0	0.0	25.0	0.0
Desarrollo técnico	Complementariedad	1.5	100.0	0.0	100.0	0.0
Ciencia básica y ciencia aplicada	Complementariedad	18.2	75.0	54.5	85.7	50.0
	Independencia	3.0	12.5	36.4	0.0	41.7
	Conflicto	7.6	12.5	9.1	14.3	8.3
Ciencia aplicada y desarrollo técnico	Complementariedad	1.5	100	0.0	100.0	0.0
Una combinación de todas	Complementariedad	7.6	33.3	75.0	50.0	50.0
	Independencia	4.5	33.3	0.0	25.0	16.7
	Conflicto	3.0	33.3	25.0	25.0	33.3
Total de respuestas contabilizadas		66	31	35	24	42

Fuente: elaboración propia, 2010.

Los docentes siguen la tendencia de porcentajes más altos para la perspectiva de complementariedad en los tipos asociados con el modo uno y porcentajes más bajos con el tipo relacionado con el modo 2, como reflejan los datos presentados en la Tabla 21. En cambio, los investigadores tanto del modo uno como del modo 2 piensan que docencia e investigación no son tan complementarias, ya que presentan porcentajes bajos para esta perspectiva, aunque aún dichos porcentajes sean más altos que los de las dos perspectivas restantes.

El análisis de la relación entre las perspectivas y la forma como los académicos concretan sus problemas de investigación deja ver que la tendencia identificada en párrafos anteriores aunque se mantiene, esta ya no presenta las diferencias tan marcadas entre el modo uno y el modo 2, es decir, es posible identificar diferencias asociadas al discurso acerca de la relación entre docencia e investigación y la práctica concreta de la investigación. Por ejemplo, el porcentaje de respuestas que apoyan la perspectiva de complementariedad es similar en la definición del problema a partir de lo estudiado en la educación formal, asociado con el modo uno que en la definición a partir del conocimiento de una realidad concreta, más relacionado con el modo 2, como se aprecia en la Tabla 22. Lo anterior, constituye una tendencia contraria a la identificada en el análisis de los argumentos mencionados por los entrevistados acerca de la relación entre docencia e investigación. Llama la atención que los entrevistados que definieron sus problemas de investigación a partir de su expertis en el tema piensen que docencia e investigación no son compatibles, pues los porcentajes de independencia y conflicto de este grupo sobrepasan al de complementariedad.

El fenómeno indicado en el párrafo anterior puede estar relacionado con la mayor presión que se está ejerciendo de parte de la sociedad, a través de los equipos gubernamentales para que la investigación se enfoque cada vez más hacia la solución de problemas concretos de la sociedad y por lo tanto a la disminución de la investigación impulsada por la curiosidad y financiada por el sector público (Gibbons, *et al.*, 1997).

La tendencia en México es contraria a lo expresado en el párrafo anterior, pues los porcentajes que se presentan para la perspectiva de complementariedad son los más altos para los grupos asociados con la ciencia académica e incluso se presenta un porcentaje de opiniones favorables a la complementariedad entre los practicantes del modo 2. En España por el contrario, los porcentajes a favor de la perspectiva de complementariedad son más bajos para todos los grupos, llegando a un 33% en el caso del grupo que definió su problema de investigación a partir de su expertis en el tema, tal y como se observa en la Tabla 22.

Nuevamente para los docentes y sobre todo para los asociados con la ciencia académica, docencia e investigación son complementarias, ya que sus porcentajes para esta perspectiva superan considerablemente a las opiniones vertidas por los investigadores. Llama la atención que los docentes mexicanos que participan en el modo 2 perciban una complementariedad alta entre docencia e investigación, como se aprecia en la Tabla 22.

TABLA 22. RELACIÓN ENTRE LA FORMA EN QUE LOS ENTREVISTADOS CONCRETAN SUS PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN Y LA PERSPECTIVA QUE TIENEN DE LA VINCULACIÓN ENTRE DOCENCIA E INVESTIGACIÓN.

Como se concretan los problemas de investigación	Perspectiva	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Estudiado en la educación formal	Complementariedad	15.2	100.0	60.0	100.0	63.6
	Independencia	3.0	0.0	20.0	0.0	18.2
	Conflicto	3.0	0.0	20.0	0.0	18.2
Definido por otros académicos	Complementariedad	3.0	0.0	66.7	0.0	66.7
	Independencia	1.5	0.0	33.3	0.0	33.3
Avance del campo de conocimiento	Complementariedad	9.1	100.0	66.7	100.0	66.7
	Conflicto	1.5	0.0	33.3	0.0	33.3
Expertis en el tema	Complementariedad	6.1	50.0	33.3	66.7	28.6
	Independencia	6.1	25.0	50.0	0.0	57.1
	Conflicto	3.0	25.0	16.7	33.3	14.3
Conocimiento de otras experiencias de investigación	Complementariedad	13.6	50.0	85.7	60.0	75.0
	Independencia	3.0	33.3	0.0	16.7	12.5
	Conflicto	3.0	16.7	16.7	16.7	12.5
Conocimiento de realidad concreta	Complementariedad	21.2	76.9	66.7	88.9	60.0
	Independencia	4.5	7.7	33.3	11.1	20.0
	Conflicto	3.0	15.4	0.0	0.0	20.0
Total de respuestas contabilizadas		66	31	35	24	42

Fuente: elaboración propia, 2010.

Por lo que respecta a los beneficios sociales que genera el trabajo de los entrevistados el conocimiento teórico es el principal beneficio social de este, le siguen en importancia pero con una gran diferencia entre ambos, la formación de recursos humanos especializados y el conocimiento para resolver una

problemática como se puede observar en la Tabla 23. Los beneficios sociales asociados al modo 2, como se aprecia en la misma tabla 15, fueron considerados como menos importantes por los entrevistados.

TABLA 23. BENEFICIO SOCIAL MÁS IMPORTANTE DEL TRABAJO REALIZADO POR LOS ENTREVISTADOS.

Beneficio social	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Conocimiento teórico	34.8	16.1	51.4	12.5	47.6
Recursos humanos especializados	22.7	29.0	17.1	33.3	16.7
Ahorro en costes de investigación	7.6	12.9	2.9	16.7	2.4
Consultorías	3.0	0.0	5.7	4.2	2.4
Difícil cuantificar	3.0	0.0	5.7	0.0	4.8
Conocimiento para resolver una problemática	18.2	22.6	14.3	20.8	16.7
Gestión de problemática social	6.1	12.9	0.0	4.2	7.1
Valoración de conocimientos marginados	4.5	6.5	2.9	8.3	2.4
Total de respuestas contabilizadas	66	31	35	24	42

Fuente: elaboración propia, 2010.

La tendencia identificada en el párrafo anterior, refleja que los entrevistados aún siguen llevando a cabo los procesos tradicionales de transferencia de tecnología, en donde la comunicación de resultados a través de publicaciones especializadas, la formación de graduados especializados y la consulta al personal científico contribuían a que la sociedad conociera y utilizara lo que se estaba generando en la ciencia (Gibbons, *et al.*, 1997). Sin embargo, en las nuevas sociedades que se están transformando en industrias del conocimiento, estos mecanismos ya no son suficientes para interactuar con las demandas de una sociedad más científizada con una población más numerosa que esta en posibilidades no sólo de entender el conocimiento científico, sino también de participar en su generación y transformación (*Ibíd.*). A partir de los años setenta se han empezado a multiplicar nuevos mecanismos que se basan en una transformación de la práctica misma de la transferencia; dichos mecanismos buscan más el intercambio de conocimiento y tecnología en contextos de aplicación a la manera en que se ha descrito el modo 2 de conocimiento.

Así, es importante identificar que en términos de mecanismos de interacción con la sociedad, los docentes e investigadores entrevistados se encuentran más cerca de la ciencia académica que de la generación de conocimiento socialmente distribuido y por lo tanto, ante las mayores presiones que ejercerá la sociedad sobre sus centros de trabajo, tendrán que aprender nuevos mecanismos de interacción con la misma, terreno donde la perspectiva de complementariedad en la forma de investigación en la acción vinculada con la enseñanza y la práctica profesional tiene mucho que aportar.

TABLA 24. RELACIÓN ENTRE EL BENEFICIO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN QUE REALIZAN LOS ENTREVISTADOS Y LA PERSPECTIVA DE LA VINCULACIÓN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN.

Beneficio social	Perspectiva	Total	México	España	Docentes	Investigadores
Conocimiento teórico	Complementariedad	22.7	80.0	61.1	100.0	60.0
	Independencia	9.1	20.0	27.8	0.0	30.0
	Conflicto	3.0	0.0	11.1	0.0	10.0
Recursos humanos especializados	Complementariedad	18.2	88.9	66.7	87.5	71.4
	Independencia	1.5	0.0	16.7	0.0	14.3
	Conflicto	3.0	11.1	16.7	12.5	14.3
Ahorro en costes de investigación	Complementariedad	4.5	50.0	100.0	50.0	100
	Independencia	1.5	25.0	0.0	25.0	0
	Conflicto	1.5	25.0	0.0	25.0	0
Consultorías	Complementariedad	1.5	0.0	50.0	100.0	0
	Independencia	1.5	0.0	50.0	0.0	100
Difícil cuantificar	Conflicto	3.0	0.0	100.0	0.0	100
Conocimiento para resolver una problemática	Complementariedad	15.2	85.7	80.0	100.0	71.4
	Independencia	1.5	0.0	20.0	0.0	14.3
	Conflicto	1.5	14.3	0.0	0.0	14.3
Gestión de problemática social	Complementariedad	3.0	50.0	0.0	0.0	66.7
	Independencia	1.5	25.0	0.0	100.0	0.0
	Conflicto	1.5	25.0	0.0	0.0	33.3
Valoración de conocimientos marginados	Complementariedad	3.0	50.0	100.0	100.0	0
	Independencia	1.5	50.0	0.0	0.0	100
Total de respuestas contabilizadas		66	31	35	24	42

Fuente: elaboración propia, 2010.

La tendencia de mayor relación entre la perspectiva de complementariedad con los atributos asociados al modo uno no se sostiene de forma tan clara cuando

se analizan los beneficios sociales que el trabajo de investigación genera. Así, los porcentajes para la perspectiva de complementariedad son tan bajos en el beneficio social constituido por el conocimiento teórico, perteneciente al modo uno, que en la gestión de una problemática social y la valoración de grupos marginados relacionados con el modo 2, según se observa en la Tabla 24. En cambio, dichos porcentajes son altos para el beneficio social representado por la formación de recursos humanos (relacionado con el modo uno) y la generación de conocimiento para resolver una problemática (perteneciente al modo 2), cómo se puede ver en la Tabla 24. Resalta, así mismo, que los investigadores españoles que consideraron que era difícil cuantificar el beneficio social de su trabajo, se hayan decantado por la perspectiva de conflicto, es decir, para ellos, docencia e investigación no son compatibles.

En México, nuevamente los porcentajes para la perspectiva de complementariedad son más altos que en España, a excepción de la valoración de conocimientos marginados; es decir, que los académicos españoles que consideran a este como el beneficio de su trabajo, también consideran que docencia e investigación son complementarias, contrario a sus colegas mexicanos en éste mismo grupo. Resalta así mismo que los académicos españoles no hayan considerado la gestión de una problemática social como resultado de su trabajo de investigación y que los académicos mexicanos que apoyaron este beneficio social se encuentren a favor solo medianamente de la perspectiva de complementariedad.

Reiteradamente los docentes manifestaron su acuerdo con la perspectiva de complementariedad, tanto para los beneficios sociales asociados con el modo uno como con el dos. Por el contrario los investigadores piensan que docencia e investigación o son contrarias o son independientes, sobre todo los grupos que nombraron a las consultorías y a que era difícil cuantificar el beneficio social de su trabajo como los principales beneficios sociales de su trabajo.

La información analizada anteriormente, deja ver que no existe una tendencia asociada a cada modo de generación de conocimiento, pues si bien los porcentajes de complementariedad son altos para el modo uno o ciencia académica, estos no se sostienen para todas las variables consideradas. En

este sentido, es necesario considerar entonces que una relación complementaria entre docencia e investigación podría aportar mejores posibilidades para el desarrollo de los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano, en tres sentidos, tal como lo plantean González (2001 y 2010), Macías (2004) y Medina (1944), por un lado, la complementariedad permitiría formar estudiantes que ejercitarían su razón por medio de las capacidades asociadas a la generación de conocimiento científico, como el pensamiento crítico, la sistematización de los procesos de investigación y aprendizaje y la imaginación necesaria para extender las posibilidades de lo que se conoce, capacidades que dichos estudiantes pondrían en juego en sus respectivas profesiones. Por otro lado, los estudiantes se apropiarían de un instrumento cognoscitivo que les permitiría generar conocimiento fiable en su actuar cotidiano, como fue mencionado por Bunge (1985), Horkheimer (2002) y Ziman (1978) y que permitiría a la sociedad ampliar el número de personas que pueden participar en la generación de conocimiento científico. En último sentido, una relación complementaria entre docencia e investigación permitirá a la vez continuar con la masificación de profesionistas capaces de entender, usar y participar en la generación de conocimiento científico que presionarán a su vez al sistema de ciencia académica establecido para que genere conocimiento socialmente útil.

6.4. La generación de conocimiento científico

En el presente apartado se describirá la forma en que el modo uno o ciencia académica ha conformado racionalmente la experiencia de conocimiento para generar conocimiento científico, de tal forma que la identificación de los fines perseguidos, los medios utilizados y las consecuencias que dicha conformación ha producido en la sociedad, permitan identificar sus posibilidades de cambio en aras de una mayor y mejor distribución social del conocimiento generado. Los fines fueron analizados tomando en cuenta la contribución más importante de su trabajo de investigación que los científicos mencionaron, así como el beneficio social del trabajo realizado por los entrevistados. Los medios

estuvieron conformados a su vez por los mecanismos de generación de conocimiento, los mecanismos para ratificar las innovaciones aceptables; así como los utilizados para socializar y transmitir el conocimiento.

De la misma forma, en el apartado en cuestión, se presenta una descripción de la conformación racional de la experiencia de conocimiento que el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido esta integrando, para compararlo con el modo uno, pero sobre todo para entender la complejidad que la conformación racional de la experiencia de conocimiento en este modo conlleva. Por ejemplo, los mecanismos de generación de conocimiento resultan mucho más complejos en el modo 2 que en el modo uno, al tener los científicos que interactuar y negociar con los agentes no científicos que participan en la generación de conocimiento en los contextos de interacción.

6.4.1. Tipo de investigación que realizan los entrevistados

Los investigadores y docentes entrevistados trabajan en su mayor parte en el modelo de ciencia académica, como se aprecia en la Tabla 25, solo el 12% de ellos llevan a cabo sus investigaciones utilizando una combinación de tipos de investigación en las cuáles se incluyen ciencia básica y aplicada así como desarrollo técnico. De igual forma como se puede observar en la referida tabla el porcentaje del modo 2 o distribución social del conocimiento es ligeramente más alto en México que en España y mucho más alto entre los docentes que entre los investigadores entrevistados. Así mismo, se aprecia en la misma Tabla 25 que son los investigadores españoles quiénes mayoritariamente se encuentran trabajando bajo el modelo de ciencia académica.

Por lo que respecta al campo de conocimiento de los docentes e investigadores entrevistados, como se puede apreciar en la Tabla 26 no existe mayor dominancia del modo de distribución social del conocimiento en un campo determinado, es decir, que están participando de dicho modo investigadores y docentes tanto de los campos agrícola, como social y natural; llama la atención, sin embargo que los investigadores entrevistados del campo de las ingenierías no estén trabajando en éste modo de generar conocimiento, aunque el bajo

número de investigadores y docentes entrevistados no permite indagar más en éste sentido.

TABLA 25. TIPO DE INVESTIGACIÓN QUE REALIZAN LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	39.7	44.1	34.5	46.2	29.2
b) Ciencia aplicada	14.3	11.8	17.2	12.8	16.7
c) Desarrollo Técnico	1.6	0.0	3.4	0.0	4.2
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	28.6	29.4	27.6	30.8	25.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	3.2	2.9	3.4	0.0	8.3
f) Una combinación de todo lo anterior	12.7	11.8	13.8	10.3	16.7
Total de observaciones	63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

TABLA 26. CAMPO DE CONOCIMIENTO EN EL QUE ESTÁN REALIZANDO SUS INVESTIGACIONES LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Campo de conocimiento	Total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	Ciencias agrícolas	4.8	13.3	10.0	16.7	0.0
	Ciencias naturales	30.2	86.7	60.0	72.2	85.7
	Ciencias sociales	4.8	0.0	30.0	11.1	14.3
b) Ciencia aplicada	Ciencias agrícolas	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	Ciencias naturales	9.5	75.0	60.0	80.0	50.0
	Ciencias sociales	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	Matemáticas e ingeniería	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
c) Desarrollo técnico	Matemáticas e ingeniería	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	Ciencias agrícolas	3.2	0.0	25.0	8.3	16.7
	Ciencias naturales	23.8	100.0	62.5	91.7	66.7
	Matemáticas e ingeniería	1.6	0.0	12.5	0.0	16.7
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	Ciencias naturales	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	Matemáticas e ingeniería	1.6	0.0	100.0	0.0	50.0
f) Una combinación de todas las anteriores	Ciencias agrícolas	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	Ciencias naturales	9.5	100.0	50.0	75.0	75.0
	Ciencias sociales	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
Total de observaciones		63.0	34.0	29.0	39.0	24.0

Fuente: elaboración propia.

Destaca en la referida Tabla 26 que de los investigadores mexicanos entrevistados, los que trabajan dentro del campo agrícola y de las ciencias naturales los que estén trabajando en el modo 2 y que solo los docentes de ciencias sociales estén trabajando bajo dicho modo de generar conocimiento científico.

6.4.2. Fines que persiguen los entrevistados al generar conocimiento científico

Las opiniones vertidas por los entrevistados confirman la caracterización hecha por Gibbons, *et al.* (1995) Para el modo 2 de generación de conocimiento, pues como se puede ver en la Tabla 27 la mitad de los entrevistados que realizan su investigación utilizando una combinación entre ciencia básica, ciencia aplicada y desarrollo técnico tienen como finalidad la generación de conocimiento específico que puede ser aplicado y un cuarto de ellos refirieron a la conjugación de enfoques de diferentes disciplinas como sus contribuciones más importantes. Por el contrario, para el 80% de los investigadores que trabajan en ciencia básica las aportaciones teóricas son su principal contribución (ver Tabla 27).

En la comparación entre países, las aportaciones teóricas son ligeramente más importantes para los investigadores y sobre todo para los docentes españoles que trabajan en el patrón de ciencia académica que para los mexicanos que realizan su labor bajo el mismo paradigma. En tanto que los investigadores y docentes españoles valoran como su principal contribución la generación de conocimiento específico que puede ser aplicado, por encima de la conjugación de enfoques de diferentes disciplinas o el replanteamiento del fenómeno, cosa que no ocurre para los mexicanos entrevistados para quienes las tres contribuciones son igual de importantes.

TABLA 27. CONTRIBUCIÓN MÁS IMPORTANTE DE LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ESPAÑOLES Y MEXICANOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Contribución	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Aportaciones teóricas	31.7	86.7	70.0	72.0	100.0
	c) Conocimiento específico que puede ser aplicado	3.2	6.7	10.0	11.0	0.0
	d) Replanteamiento del fenómeno	3.2	6.7	10.0	11.0	0.0
	e) Formación de recursos humanos	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Aportaciones teóricas	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	b) Conjugación de enfoques de diferentes disciplinas	3.2	25.0	20.0	20.0	25.0
	c) Conocimiento específico que puede ser aplicado	4.8	50.0	20.0	60.0	0.0
	d) Replanteamiento del fenómeno	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	e) Formación de recursos humanos	3.2	0.0	40.0	0.0	50.0
c) Desarrollo técnico	c) Conocimiento específico que puede ser aplicado	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Aportaciones teóricas	11.1	50.0	25.0	42.0	33.0
	b) Conjugación de enfoques de diferentes disciplinas	6.4	30.0	13.0	25.0	17.0
	c) Conocimiento específico que puede ser aplicado	4.8	0.0	38.0	8.3	33.0
	d) Replanteamiento del fenómeno	3.2	20.0	0.0	17.0	0.0
	e) Formación de recursos humanos	1.6	0.0	13.0	0.0	17.0
	f) Otra	1.6	0.0	13.0	8.3	0.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	a) Aportaciones teóricas	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	c) Conocimiento específico que puede ser aplicado	1.6		100.0	0.0	50.0
f) Una combinación de todas las anteriores	a) Aportaciones teóricas	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
	b) Conjugación de enfoques de diferentes disciplinas	3.2	25.0	25.0	50.0	0.0
	c) Conocimiento específico que puede ser aplicado	6.4	75.0	25.0	50.0	50.0
	d) Replanteamiento del fenómeno	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

TABLA 28. BENEFICIO SOCIAL DE LAS INVESTIGACIONES LLEVADAS A CABO POR LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Beneficio social	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	b) Es difícil de cuantificar por falta de evidencias empíricas	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	c) Formación de recursos humanos	9.5	6.7	50.0	11.0	57.1
	d) Generación de conocimiento científico	22.2	73.3	30.0	67.0	28.6
	e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos	3.2	13.3	0.0	5.6	14.3
	f) Gestión de una problemática social concreta	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
	i) Productos para la difusión como manuales, parcelas demostrativas	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Ahorro en costes de investigación	4.8	0.0	60.0	0.0	75.0
	c) Formación de recursos humanos	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	d) Generación de conocimiento científico	3.2	50.0	0.0	40.0	0.0
	e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos	3.2	25.0	20.0	40.0	0.0
	n) Valoración de grupos y conocimientos marginados	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
c) Desarrollo técnico	e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Ahorro en costes de investigación	3.2	10.0	12.5	8.3	16.7
	c) Formación de recursos humanos	9.5	30.0	37.5	25.0	50.0
	d) Generación de conocimiento científico	6.4	30.0	12.5	33.0	0.0
	e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos	7.9	30.0	25.0	25.0	33.3
	f) Gestión de una problemática social concreta	1.6	0.0	12.5	8.3	0.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	d) Generación de conocimiento científico	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos	1.6	0.0	100.0	0.0	50.0

Tipo de investigación	Beneficio social	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
f) Una combinación de todas las anteriores	b) Es difícil de cuantificar por falta de evidencias empíricas	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	c) Formación de recursos humanos	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
	e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	f) Gestión de una problemática social concreta	3.2	0.0	50.0	25.0	25.0
	g) Mejora en la vida de la sociedad a través de la prestación de servicios científicos	1.6	25.0	0.0	0.0	25.0
	n) Valoración de grupos y conocimientos marginados	3.2	25.0	25.0	25.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

Ocurre de forma similar cuando se pregunta a docentes e investigadores sobre el principal beneficio social de sus investigaciones, como se puede ver en la Tabla 28, para los investigadores y docentes más relacionados con ciencia básica el principal beneficio social de su trabajo lo sigue constituyendo la generación de conocimiento científico; en tanto que para los entrevistados que trabajan bajo el modo 2 de generación de conocimiento, el beneficio social se amplía a la valoración de conocimientos y grupos marginados, su contribución a la gestión de problemáticas sociales concretas y a la generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos.

Destaca la importancia que los investigadores y docentes españoles que trabajan en el modo uno de generación de conocimiento científico dan a la generación de conocimiento científico como el principal beneficio social de su trabajo; en contraste con los mexicanos quienes valoran por encima de este a la formación de recursos humanos como el principal beneficio de su trabajo.

6.4.3. Medios utilizados por los entrevistados para generar conocimiento científico

Los medios utilizados por los investigadores y docentes entrevistados están conformados por los mecanismos de generación de conocimiento, los mecanismos para ratificar las innovaciones aceptables y los mecanismos para socializar el conocimiento generado. Como se vio en la primera parte del presente trabajo, a su vez los mecanismos para la generación de conocimiento están integrados por la forma en que los investigadores eligen los problemas de investigación, los conceptos que se utilizan, así como los métodos de que se dispone para realizar la investigación. A continuación se hace una descripción de cuáles son los mecanismos utilizados por los investigadores y docentes entrevistados que trabajan en la ciencia académica y en la generación de conocimiento socialmente distribuido.

Mecanismos para la generación de conocimiento científico

La forma de elegir los problemas de investigación en la ciencia académica esta dominada por la tradición de investigación de la que provienen los investigadores entrevistados, según se ve en la Tabla 20. Para dichos docentes e investigadores, el conocimiento de otras experiencias de investigación y lo estudiado en la educación formal fueron los dos referentes más importantes para concretar el problema de investigación en el que actualmente trabajan los entrevistados. En contraste, para los investigadores y docentes que trabajan en el modo 2, el conocimiento de una realidad concreta fue la determinante que detono los problemas de investigación sobre los cuáles están avocados dichos entrevistados.

Llama la atención a si mismo, que para los españoles la influencia de la educación formal sea notoriamente importante sobre su decisión para concretar el problema de investigación a comparación de los investigadores y docentes mexicanos entrevistados, para quiénes, aún para los que trabajan en la ciencia académica el conocimiento de una realidad concreta y la expertis en el tema

hayan sido dos influencias igual de importantes, como se aprecia en la misma Tabla 20.

Por otra parte cuando se compara el punto de vista de investigadores y docentes, para los primeros sigue siendo mucho más importante la tradición de investigación que el conocimiento de una realidad concreta a la hora de decidir que problemas investigan, como se observa en la mencionada Tabla 20, pues aún para los investigadores que trabajan en el modo 2 fue mucho más importante el conocer otras experiencias de investigación que el mismo conocimiento de la una realidad concreta. En cambio para los docentes, la opción de conocer otras experiencias de investigación ni siquiera fue mencionada.

Por lo que respecta al tipo de conceptos que utilizan los investigadores entrevistados, los que corresponden a la ciencia académica, en su mayoría provienen de la ciencia disciplinaria, aunque destaca que se este dando la colaboración entre disciplinas y las investigaciones multidisciplinarias como se aprecia en la Tabla 30. En contraste en el modo 2 los conceptos utilizados por los entrevistados para generar conocimiento científico ya no provienen de la investigación disciplinaria sino de la colaboración entre disciplinas, la multidisciplinaria y la transdisciplina, que como bien lo apuntan Gibbons *et al.* (1995) se genera en la necesidad de acuñar nuevos conceptos que permitan explicar los problemas complejos a los que se enfrentan los investigadores que trabajan en contextos de interacción.

Destaca así mismo, el dominio de la disciplina para generar conocimiento científico entre los docentes españoles entrevistados en contraste con los docentes mexicanos, para quienes, aún los que trabajan en el patrón de ciencia académica no tiene tanto peso, tal y como se aprecia en la referida Tabla 30. En el modo 2 de generación de conocimiento la transdisciplina es tan importante en España como en México para la generación de conocimiento científico, aunque resulta relevante observar en dicha tabla 10 que son los docentes quienes más utilizan los conceptos transdisciplinares que los investigadores en la generación de conocimiento científico bajo el modo socialmente distribuido.

TABLA 29. FORMA EN QUE CONCRETARON EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN QUE ESTUDIAN LOS INVESTIGADORES Y DOCENTES ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Concreción del problema	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) A partir de conocer otras experiencias de investigación	11.1	26.7	30.0	27.8	28.6
	b) A partir de lo estudiado en la educación formal	12.7	40.0	20.0	38.9	14.3
	c) A partir del conocimiento de una realidad concreta	6.4	6.7	30.0	16.7	14.3
	d) Expertis en el tema	7.9	20.0	20.0	16.7	28.6
	g) Para contribuir al conocimiento de la problemática	1.6	6.7	0.0	0.0	14.3
b) Ciencia aplicada	a) A partir de conocer otras experiencias de investigación	4.8	50.0	20.0	40.0	25.0
	b) A partir de lo estudiado en la educación formal	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	c) A partir del conocimiento de una realidad concreta	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	f) Problema ya definido por otra persona	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	g) Para contribuir al conocimiento de la problemática	4.8	0.0	60.0	20.0	50.0
c) Desarrollo técnico	b) A partir de lo estudiado en la educación formal	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) A partir de conocer otras experiencias de investigación	3.2	10.0	12.5	0.0	33.3
	b) A partir de lo estudiado en la educación formal	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	c) A partir del conocimiento de una realidad concreta	11.1	20.0	62.5	25.0	66.7
	d) Expertis en el tema	9.5	50.0	12.5	50.0	0.0
	f) Problema ya definido por otra persona	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	g) Para contribuir al conocimiento de la problemática	1.6	0.0	12.5	8.3	0.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	b) A partir de lo estudiado en la educación formal	1.6	0.0	100.0	0.0	50.0
	g) Para contribuir al conocimiento de la problemática	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
f) Una combinación de todas las anteriores	a) A partir de conocer otras experiencias de investigación	4.8	50.0	25.0	75.0	0.0
	c) A partir del conocimiento de una realidad concreta	6.4	50.0	50.0	25.0	75.0
	d) Expertis en el tema	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

TABLA 30. TIPO DE INVESTIGACIÓN Y FORMA DE COLABORAR PARA REALIZARLA, LLEVADA A CABO POR LOS CIENTÍFICOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Tipo de Colaboración	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Disciplinaria	20.6	60.0	40.0	38.9	85.7
	b) Colaboración entre disciplinas	7.94	13.3	30.0	22.2	14.3
	d) Multidisciplinaria	7.94	20.0	20.0	27.8	0.0
	f) Interdisciplinaria	3.17	6.7	10.0	11.1	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Disciplinaria	6.35	50.0	40.0	60.0	25.0
	b) Colaboración entre disciplinas	3.17	50.0	0.0	40.0	0.0
	d) Multidisciplinaria	4.76	0.0	60.0	0.0	75.0
c) Desarrollo técnico	a) Disciplinaria	1.59	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Disciplinaria	9.52	30.0	37.5	33.3	33.3
	b) Colaboración entre disciplinas	9.52	40.0	25.0	33.3	33.3
	d) Multidisciplinaria	9.52	30.0	37.5	33.3	33.3
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	a) Disciplinaria	1.59	0.0	100.0	0.0	50.0
	b) Colaboración entre disciplinas	1.59	100.0	0.0	0.0	50.0
f) Una combinación de todas las anteriores	b) Colaboración entre disciplinas	3.17	25.0	25.0	25.0	25.0
	d) Multidisciplinaria	3.17	25.0	25.0	50.0	0.0
	e) Transdisciplinaria	6.35	50.0	50.0	25.0	75.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

Los métodos utilizados por los entrevistados son fundamentalmente los cuantitativos ya que la mayoría de los investigadores y docentes pertenecen al campo de conocimiento de las ciencias naturales, como se aprecia en la Tabla 31. Aún así, los métodos cualitativos empiezan a rebasar el ámbito de las ciencias sociales en el modo 2 de generación de conocimientos, pues éstos se combinan en los otros campos de conocimiento con métodos cuantitativos para el estudio de los fenómenos complejos a los que los investigadores se enfrentan en los contextos de interacción donde generan sus investigaciones tal y como se observa en la misma Tabla 31. De acuerdo a lo señalado por Gibbons, *et al.*, (1997), la resolución de problemas de investigación en contextos de interacción requiere del abordaje de problemas transdisciplinares, que incluye el uso de métodos cualitativos y cuantitativos que permitan estudiar

los elementos sociales, políticos, económicos, éticos, ambientales, etc. de tal forma que las soluciones encontradas sean viables de ser aplicadas.

En contraste, en la ciencia académica la combinación de técnicas de investigación ocurre de forma marginal y básicamente en el campo de la ecología; ocurre de similar forma con el uso de técnicas cualitativas, las cuáles se utilizan limitadamente y básicamente en el campo de las ciencias sociales como se aprecia en la Tabla 31.

Existe una diferencia en cuanto a las técnicas utilizadas por los entrevistados, pues mientras en el modo 2 los españoles prefieren en sus investigaciones el uso de la observación de campo (ver Tabla 32), para los mexicanos resulta más importante utilizar la técnica de investigación acción participante, según se observa en la Tabla 32. Destaca la ausencia en las técnicas enunciadas por los entrevistados mexicanos de las técnicas cualitativas en la investigación básica en México, de acuerdo a lo que se ve en la Tabla 32. Diferencia parecida ocurre entre docentes e investigadores que trabajan bajo el modo 2 de generación de conocimiento; pues mientras los docentes prefieren el uso de entrevistas como técnica de investigación para los investigadores es más importante la observación de campo o directa (ver Tabla 32).

Con respecto al uso de técnicas cuantitativas, la experimentación y la modelación dominan con mucho los elementos mencionados por los entrevistados (ver Tabla 33). En especial el estudio de los fenómenos biológicos utilizando modelos animales o vegetales como los ratones transgénicos y la arabidopsis son las técnicas más socorridas por los biólogos moleculares y los biotecnólogos. En opinión de uno de los entrevistados,

“uno ya no puede ignorar nada de la biología molecular desde hace muchísimos años, o sea que si en su momento era una alternativa nueva para elegirla o no, hace ya muchos años que, que no hay ninguna, prácticamente no hay ninguna alternativa y hay poco más que biología molecular en todo y la biología molecular no digamos lo cubre casi todo tipo de aproximaciones incluso las más tradicionales requieren de la biología molecular” (Carrascosa, comunicación personal, 2010).

TABLA 31. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADAS POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Campo de conocimiento	a) Técnicas cualitativas	b) Técnicas cuantitativas	c) Combinación de ambas
a) Ciencia básica	Ciencias agrícolas	0.0	4.8	0.0
	Ciencias naturales	0.0	25.4	4.8
	Ciencias sociales	3.2	0.0	1.6
b) Ciencia aplicada	Ciencias agrícolas	0.0	1.6	0.0
	Ciencias naturales	0.0	4.8	4.8
	Ciencias sociales	0.0	0.0	1.6
	Matemáticas e ingeniería	0.0	1.6	0.0
c) Desarrollo técnico	Matemáticas e ingeniería	0.0	1.6	0.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	Ciencias agrícolas	0.0	1.6	1.6
	Ciencias naturales	0.0	19.1	4.8
	Matemáticas e ingeniería	0.0	1.6	0.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	Ciencias naturales	0.0	1.6	0.0
	Matemáticas e ingeniería	0.0	1.6	0.0
f) Una combinación de todas las anteriores	Ciencias agrícolas	0.0	0.0	1.6
	Ciencias naturales	0.0	0.0	9.5
	Ciencias sociales			
		1.6	0.0	0.0
Total de observaciones		3.0	41.0	19.0

Fuente: elaboración propia.

Por lo que respecta a las diferencias entre investigadores y docentes entrevistados, tanto en el modo 2 como en la ciencia académica, los investigadores utilizan una variedad más amplia de técnicas cuantitativas, mientras que para los docentes la experimentación sigue siendo la técnica de investigación más socorrida tal y como se observa en la Tabla 33.

TABLA 32. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVAS EMPLEADAS POR LOS DOCENTES E INVESTIGADORES ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Técnicas cualitativas	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Observación de campo o directa	4.8	0.0	30.0	11.1	14.3
	c) Investigación acción participativa	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	d) Entrevistas	3.2	6.7	10.0	11.1	0.0
	i) No utiliza	30.2	86.7	60.0	72.2	85.7
b) Ciencia aplicada	a) Observación de campo o directa	3.2	25.0	20.0	20.0	25.0
	c) Investigación acción participativa	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	d) Entrevistas	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	i) No utiliza	7.9	75.0	40.0	80.0	25.0
c) Desarrollo técnico	i) No utiliza	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Observación de campo o directa	3.2	0.0	25.0	8.3	16.7
	d) Entrevistas	3.2	0.0	25.0	8.3	16.7
	i) No utiliza	22.2	100.0	50.0	83.3	66.7
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	i) No utiliza	3.2	100.0	100.0	0.0	100.0
f) Una combinación de todas las anteriores	a) Observación de campo o directa	4.8	50.0	25.0	50.0	25.0
	c) Investigación acción participativa	3.2	0.0	50.0	25.0	25.0
	d) Entrevistas	3.2	25.0	25.0	0.0	50.0
	h) Otra	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

TABLA 33. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA UTILIZADAS POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Técnicas cuantitativas	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Análisis estadístico	3.2	0.0	20.0	5.6	14.0
	c) Experimentación	12.7	27.0	40.0	28.0	43.0
	d) Modelación	14.3	60.0	0.0	33.0	43.0
	e) Otra	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
	f) Muestreo	4.8	13.0	10.0	17.0	0.0
	g) No utiliza	3.2	0.0	20.0	11.0	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Análisis estadístico	3.2	25.0	20.0	20.0	25.0
	c) Experimentación	6.3	50.0	40.0	60.0	25.0
	d) Modelación	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	e) Otra	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	f) Muestreo	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
c) Desarrollo técnico	d) Modelación	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Análisis estadístico	7.9	0.0	63.0	17.0	50.0
	c) Experimentación	7.9	30.0	25.0	25.0	33.0
	d) Modelación	7.9	40.0	13.0	33.0	17.0
	f) Muestreo	4.8	30.0	0.0	25.0	0.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	c) Experimentación	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	d) Modelación	1.6	100.0	0.0	100.0	100.0
f) Una combinación de todas las anteriores	a) Análisis estadístico	3.2	25.0	25.0	25.0	25.0
	b) Análisis multicriterio	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	c) Experimentación	3.2	25.0	25.0	0.0	50.0
	d) Modelación	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	f) Muestreo	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	g) No utiliza	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

Mecanismos para validar las innovaciones generadas

Los mecanismos para generar consenso con respecto al conocimiento científico que se considera válido son variados, tal y como se observa en la Tabla 34, aunque cabe anotar que los entrevistados que trabajan en disciplinas más maduras como la bioquímica o incluso la biología molecular consideraban que no existe otro mecanismo válido diferente al de la revisión por pares de los artículos enviados a las revistas para su publicación. En la actualidad en el

sistema de ciencia y técnica no se diferencia entre los mecanismos que permiten constatar la fiabilidad del conocimiento generado de los mecanismos que dejan ver si esa constatación es aceptada como adecuada. Por ejemplo, el contraste entre diferentes tipos de información sería una forma de constatar que el conocimiento generado es fiable; mientras que la revisión por pares y la aceptación o rechazo de que dicho contraste en particular es la forma adecuada de hacerlo es un mecanismo que permite generar consenso. Para uno de los entrevistados, el tiempo es el mecanismo que permitiría constatar la fiabilidad del conocimiento generado, pues si bien algo que se ha generado ahora puede ser considerado por los editores de las revistas y los revisores como poco importante, en el futuro se puede demostrar que dicho conocimiento era importante como ya ha sucedido varias veces a lo largo de la historia de la ciencia.

La revisión por pares cumple sin embargo, un papel importante, la de depurar el conocimiento científico generado, de tal forma que los investigadores no pierdan el tiempo poniendo a prueba algo cuyos resultados no sean fiables porque no los métodos no han tenido los controles adecuados. La cuestión anterior fue expresada por otro de los entrevistados, quién considera además que esta es la razón de ser del sistema de revisión por pares. Cómo antaño, tanto para los investigadores que trabajan en la ciencia académica, como para los que se desenvuelven en la ciencia aplicada y el desarrollo técnico, el cotejo experimental sigue siendo una de las formas importantes de constatar la fiabilidad de la forma en qué se conoce, como se aprecia en la Tabla 34.

La Tabla 34 permite apreciar un cambio en la forma de generar consenso, puesto que para una cuarta parte de los investigadores y docentes que desarrollan su labor en el conocimiento socialmente distribuido, el consenso se da a través de los artículos publicados en las revistas científicas. Así, para el 50% de dichos entrevistados, el consenso implica contrastar el conocimiento generado con la realidad o a través de diferentes tipos de información. Para los docentes, la opción de contrastar el conocimiento con la realidad es la opción más importante, incluso por encima de la revisión de las publicaciones científicas por pares, como también se aprecia en la Tabla 34. En cambio, para los investigadores, el contraste entre diferentes tipos de información, es lo que

permite verificar la fiabilidad del conocimiento generado y no el contraste con la realidad, que no fue mencionado por los investigadores entrevistados.

De acuerdo a la propuesta de Foucault (2004), los campos aproblemáticos de experiencia están empujando cambios en los comportamientos y estos a su vez en los hábitos y en las prácticas de los investigadores y docentes entrevistados en relación a la temática de la generación de consenso en la actividad científica.

La mayor parte de los entrevistados han participado en el sistema de peer review o revisión por pares y los criterios que emplean para seleccionar el material que será publicado en las revistas especializadas son muy variados, como se puede apreciar en la Tabla 35. Los investigadores y docentes que trabajan en el patrón de ciencia académica enunciaron hasta trece criterios empleados para la revisión de los documentos que les envían a revisión; de éstos los más relevantes fueron la solidez metodológica, la novedad u originalidad del tema y la coherencia entre los componentes del texto.

La solidez metodológica, en opinión de los científicos entrevistados, tiene relación con que los métodos y técnicas empleados sean los reconocidos por la comunidad científica para el estudio de ese fenómeno; pero también, que los estudios de caso estén bien desarrollados y que se empleen los controles adecuados para garantizar la fiabilidad de la información generada.

Los investigadores y docentes que trabajan en ciencia aplicada opinaron, en contraste, que el empleo de bibliografía actualizada y la relevancia de la investigación fueron los criterios más empleados por ellos a la hora de revisar los manuscritos que les son encomendados (ver Tabla 35). Para la presente investigación, la categoría llamada relevancia de la investigación incluye: los aportes académicos que los resultados de investigación generan, la pertinencia del tema y la utilidad de la investigación, de acuerdo a las opiniones vertidas por los entrevistados.

TABLA 34. FORMA DE GENERAR CONSENSO SOBRE EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO VÁLIDO MENCIONADAS POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Forma de generar consenso	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Citación a través de las publicaciones	9.5	33.3	10.0	27.8	14.3
	c) Contraste entre diferentes tipos de información	1.6	0	10.0	5.5	0
	d) Cotejo experimental	6.3	20.0	10.0	16.7	14.3
	e) Reuniones de pares	3.2	0	20.0	5.5	14.3
	f) Revisión por pares de las publicaciones	11.1	33.3	20.0	22.2	42.9
	g) Otra	4.8	0	30.0	11.1	14.3
	k) Otras formas de validación social	1.6	6.6	0	5.5	0
	l) Valoración a través del tiempo	1.6	6.6	0	5.5	0
b) Ciencia aplicada	a) Citación a través de las publicaciones	6.3	50.0	40.0	60	25.0
	d) Cotejo experimental	1.6	25.0	0	20	0
	f) Revisión por pares de las publicaciones	6.3	25.0	60.0	20	75.0
c) Desarrollo técnico	d) Cotejo experimental	1.6	0	100.0	0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Citación a través de las publicaciones	6.3	20.0	25.0	8.3	50.0
	b) Contraste con la realidad	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	c) Contraste entre diferentes tipos de información	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	d) Cotejo experimental	4.8	0.0	37.5	8.3	33.3
	f) Revisión por pares de las publicaciones	11.1	50.0	25.0	58.3	0.0
	g) Otra	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	h) Replicabilidad	1.6	0.0	12.5	0.0	16.7
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	a) Citación a través de las publicaciones	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	d) Cotejo experimental	1.6	0.0	0.0	0.0	50.0
f) Una combinación de todas las anteriores	a) Citación a través de las publicaciones	3.2	25.0	25.0	25.0	25.0
	b) Contraste con la realidad	3.2	25.0	25.0	0.0	50.0
	c) Contraste entre diferentes tipos de información	3.2	25.0	25.0	50.0	0.0
	e) Reuniones de pares	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	g) Otra	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia

Destaca así mismo, que los investigadores y docentes que trabajan en el modo 2 de generación de conocimiento hayan mencionado que valorar la experiencia de la que es producto el conocimiento generado es otro criterio utilizado por ellos para realizar la revisión por pares de los artículos. Otro elemento que tal vez hubiera podido agregarse a la categoría de relevancia de la investigación, pero que fue preferible separarlo para resaltar su importancia, como se puede ver en la referida Tabla 35.

La comparación entre países deja ver que, para los españoles que desarrollan su labor investigadora dentro del paradigma de la ciencia académica son más importantes los criterios de solidez metodológica y novedad en el tema; mientras que para los mexicanos es más importante seguir la normatividad de la revista y la novedad en el tema (observar la Tabla 35). El contraste entre investigadores y docentes arroja el mismo resultado, pues mientras que para los primeros siguen siendo más importantes los criterios de solidez metodológica y novedad en el tema, los docentes emplean criterios más variados para tomar la decisión de lo que se publica y lo que no.

Uno de los pasos previos para generar consenso sobre la validez del conocimiento científico generado lo constituye la presentación de dicho conocimiento a los pares; es decir, a los integrantes del grupo de trabajo en primer lugar; de tal forma que sean ellos quiénes realicen la primera valoración acerca de lo que se está investigando. Con respecto a este punto, no existen diferencias entre el modo 2 de generación de conocimiento y la ciencia académica, pues en ambos la crítica se lleva a cabo principalmente a través de la discusión con pares en grupos de trabajo, seguida en menor medida de la elaboración conjunta de publicaciones científicas, como se puede ver en la Tabla 36.

TABLA 35. CRITERIOS EMPLEADOS PARA LA REVISIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS MENCIONADOS POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Criterios de revisión	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Bibliografía actualizada	1.6	0.0	10.0	0.0	14.3
	b) Calidad	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	c) Coherencia entre los componentes del texto	4.8	13.3	10.0	16.7	0.0
	d) Conocimiento del estado de la cuestión	3.2	6.7	10.0	5.6	14.3
	e) Normatividad de la revista	3.2	0.0	20.0	11.1	0.0
	g) Redacción clara y concisa	1.6	0.0	10.0	0.0	14.3
	h) Relevancia de la investigación	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	i) Rigor científico	1.6	6.7	0.0	0.0	14.3
	k) Solidez metodológica	9.5	33.3	10.0	27.8	14.3
	m) Novedad del tema	6.4	13.3	20.0	16.7	14.3
	n) Coherente con lo publicado en el campo	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	s) Controles adecuados	1.6	6.7	0.0	0.0	14.3
	t) No ha sido revisor	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Bibliografía actualizada	3.2	25.0	20.0	20.0	25.0
	b) Calidad	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	c) Coherencia entre los componentes del texto	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	g) Redacción clara y concisa	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	h) Relevancia de la investigación	4.8	25.0	40.0	20.0	50.0
	m) Novedad del tema	1.6	0.0	20.0	20.0	0.0
c) Desarrollo técnico	t) No ha sido revisor	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia más básica ciencia aplicada	a) Bibliografía actualizada	1.6	0.0	12.5	0.0	16.7
	c) Coherencia entre los componentes del texto	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	d) Conocimiento del estado de la cuestión	1.6	0.0	12.5	8.3	0.0
	e) Normatividad de la revista	1.6	0.0	12.5	0.0	16.7
	h) Relevancia de la investigación	4.8	20.0	12.5	25.0	0.0
	i) Rigor científico	1.6	0.0	12.5	0.0	16.7
	j) Análisis sistemático	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	k) Solidez metodológica	4.8	10.0	25.0	8.3	33.3
	m) Novedad del tema	6.4	30.0	12.5	33.3	0.0
	o) Trayectoria de los autores	1.6	10.0	0.0	0.0	16.7
	q) Que tenga tratamiento estadístico	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0

Tipo de investigación	Criterios de revisión	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	o) Trayectoria de los autores	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	t) No ha sido revisor	1.6	0.0	100.0	0.0	50.0
f) Una combinación de todas las anteriores	d) Conocimiento del estado de la cuestión	1.6	25.0	0.0	0.0	25.0
	e) Normatividad de la revista	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	k) Solidez metodológica	3.2	25.0	25.0	25.0	25.0
	m) Novedad del tema	3.2	25.0	25.0	50.0	0.0
	ñ) De que experiencia es producto	3.2	25.0	25.0	0.0	50.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

Mecanismos para la socialización del conocimiento

Los académicos entrevistados siguen privilegiando la socialización del conocimiento generado en los medios dirigidos a los propios académicos; en este sentido, los investigadores que trabajan en la ciencia académica mencionaron reiteradamente que utilizan las redes de conocimiento para socializar el conocimiento generado e interactuar con los pares para la integración de estrategias conjuntas de investigación, tal y como se puede apreciar en la Tabla 37. Además de lo anterior, docentes e investigadores que trabajan en el modo uno también han empezado a incursionar en las redes para la resolución de problemas y en los servicios científicos, resultando su porcentaje casi el doble del que tienen los investigadores y docentes que utilizan estos dos mecanismos en el modo 2, como se puede observar en la misma Tabla 37.

Destaca así mismo, en la mencionada Tabla 37, la diversidad de mecanismos utilizados por los científicos para socializar el conocimiento en el modo 2, pues dichos académicos difunden el conocimiento generado a través de los mecanismos de divulgación general como los artículos en revistas no especializadas y las reuniones no académicas, pero también a través de la prestación de servicios científicos, tales como consultorías o asesorías y utilizando redes para la resolución de problemas (en contraste con las redes de

conocimiento). Cómo su nombre bien lo indica, lo que se busca en esta forma de generar conocimiento es la distribución social del mismo (Gibbons, *et al.*, 1995).

TABLA 36. FORMAS DE DESARROLLAR LA CRÍTICA AL INTERIOR DEL GRUPO DE TRABAJO DE ACUERDO A LO MANIFESTADO POR LOS DOCENTES E INVESTIGADORES ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Crítica al interior del grupo	Total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Revisión por pares	3.2	6.7	10.0	5.6	14.0
	b) Discusión con pares en grupos de trabajo	76.0	87.0	60.0	72.0	86.0
	d) Elaboración de publicaciones conjuntas	16.0	6.7	30.0	22.0	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Revisión por pares	22.2	50.0	0.0	40.0	0.0
	b) Discusión con pares en grupos de trabajo	55.6	50.0	60.0	60.0	50.0
	d) Elaboración de publicaciones conjuntas	11.1	0.0	20.0	0.0	25.0
	g) No se lleva a cabo porque no nos reconocemos	11.1	0.0	20.0	0.0	25.0
c) Desarrollo técnico	b) Discusión con pares en grupos de trabajo	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Revisión por pares	5.6	0.0	12.5	0.0	17.0
	b) Discusión con pares en grupos de trabajo	66.7	67.0	25.0	75.0	50.0
	d) Elaboración de publicaciones conjuntas	27.8	0.0	62.5	25.0	33.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	b) Discusión con pares en grupos de trabajo	100.0	100.0	100.0	0.0	100.0
f) Una combinación de todas las anteriores	b) Discusión con pares en grupos de trabajo	75.0	100.0	50.0	75.0	75.0
	d) Elaboración de publicaciones conjuntas	12.5	0.0	25.0	25.0	0.0
	f) Otra	12.5	0.0	25.0	0.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

La comparación entre países deja ver que para España ha resultado importante el impulso que se ha dado a la constitución de redes de conocimiento pues los investigadores y docentes entrevistados los mencionaron (en algunos casos,

casi como la única opción) como mecanismos de vinculación empleados por ellos para socializar el conocimiento generado. Por ejemplo muchos de los entrevistados participan o han participado en algún Centro de Investigación Biomédica en Red (CIBER) impulsados por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Los CIBER son consorcios que proporcionan coordinación estratégica, recursos humanos y materiales y un entorno colaborativo para propiciar sinergias entre los grupos de investigación que lo conforman y de esta forma impulsar la multidisciplina y complementariedad entre dichos grupos. Los grupos de investigación que forman parte de un CIBER trabajan en centros de investigación y en universidades y se integran al consorcio firmando convenios de colaboración con el mismo.

En el caso de México, por el contrario, los entrevistados participan en redes para la resolución de problemas concretos y a diferencia del contexto español, estas redes han sido producto de la iniciativa de la sociedad civil más que del impulso gubernamental. Así mismo, destaca el esfuerzo que están haciendo los entrevistados mexicanos en la divulgación de la ciencia en la educación formal.

La comparación entre docentes e investigadores deja ver el interés de los primeros por la prestación de servicios científicos, tanto los que participan bajo el patrón de ciencia básica, como aplicada y desarrollo técnico. Aunque también llama la atención, que los docentes que participan del modo 2 de generación de conocimiento científico no utilicen esta forma de vinculación para socializar el conocimiento que generan.

Al igual que los mecanismos de vinculación, los mecanismos de divulgación o difusión que utilizan los investigadores entrevistados son principalmente los dirigidos al sector académico, como se puede apreciar en la Tabla 38. Se constata lo enunciado por Daza y Arboleda (2007) y Gibbons, *et al.* (1997) sobre la unilateralidad de la ciencia académica, pues la mayor parte del conocimiento contenido en los casi veinte millones de documentos generados por los científicos entre 1996 y 2009 o más específicamente, los 100,000 artículos producidos por los docentes e investigadores mexicanos o los 500,000 generados por los españoles permanecen guardados en esas

comunicaciones, solo al alcance de los especialistas en esas disciplinas. La sociedad solo se entera de las novedades científicas cuando estas ya se han producido sin poder influir en mayor medida en su creación o sentido.

TABLA 37. MECANISMOS DE VINCULACIÓN EMPLEADOS POR LOS ENTREVISTADOS PARA SOCIALIZAR EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO QUE GENERAN.

Tipo de investigación	Mecanismos de vinculación	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Redes de conocimiento	9.5	40.0	0.0	22.0	29.0
	b) Divulgación académica	3.2	13.0	0.0	11.0	0.0
	c) Comités asesores de organismos públicos y privados	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	d) Divulgación al público en general	3.2	6.7	10.0	5.6	14.0
	e) Divulgación a escuelas básicas	3.2	0.0	20.0	11.0	0.0
	f) Redes para la resolución de problemas	7.9	13.0	30.0	17.0	29.0
	g) Servicios científicos	7.9	20.0	20.0	17.0	29.0
	i) No tiene vinculación	3.2	0.0	20.0	11.0	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Redes de conocimiento	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	d) Divulgación al público en general	3.2	25.0	20.0	20.0	25.0
	f) Redes para la resolución de problemas	4.8	25.0	40.0	40.0	25.0
	g) Servicios científicos	4.8	25.0	40.0	20.0	50.0
c) Desarrollo técnico	g) Servicios científicos	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Redes de conocimiento	6.3	40.0	0.0	33.0	0.0
	b) Divulgación académica	4.8	30.0	0.0	17.0	17.0
	d) Divulgación al público en general	3.2	10.0	13.0	8.3	17.0
	f) Redes para la resolución de problemas	4.8	10.0	25.0	25.0	0.0
	g) Servicios científicos	9.5	10.0	63.0	17.0	67.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	b) Divulgación académica	1.6	100.0	0.0	0.0	50.0
	g) Servicios científicos	1.6	0.0	0.0	0.0	50.0

Tipo de investigación	Mecanismos de vinculación	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
f) Una combinación de todas las anteriores	c) Comités asesores de organismos públicos y privados	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	d) Divulgación al público en general	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	e) Divulgación a escuelas básicas	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
	f) Redes para la resolución de problemas	3.2	50.0	0.0	0.0	50.0
	g) Servicios científicos	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	h) Gestión de problemáticas concretas	3.2	0.0	50.0	25.0	25.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

En menor medida se realiza divulgación de la ciencia en medios no especializados, a través de la formación de recursos humanos y a partir de la prestación de servicios científicos, según se observa en la Tabla 38. Destaca así mismo, que el porcentaje, sobre todo de docentes entrevistados que dedican tiempo a la divulgación de la ciencia en medios no especializados sea muy alto, aún en la ciencia académica con respecto a otras formas de socialización del conocimiento; como se ve en la misma Tabla 38. Resalta también, que dicho porcentaje sea ligeramente más alto en México en el sector de la ciencia académica que en España.

Es necesario aclarar que la totalidad de los entrevistados mencionó la divulgación del conocimiento generado en revistas especializadas como uno de los mecanismos de difusión utilizados; como ya se mencionó líneas arriba, la publicación en revistas especializadas se ha convertido en la razón de ser del sistema de ciencia y técnica actual. No obstante lo anterior, muchos de los entrevistados mencionaron además del mecanismo anterior otras opciones utilizadas como la formación de recursos humanos, la participación en reuniones no académicas, etc. Sin embargo, por esto mismo, sobresale el alto porcentaje de entrevistados españoles (sobre todo investigadores) que utiliza solo la divulgación en revistas especializadas como mecanismo de difusión de su trabajo, como se puede ver en la Tabla 38.

Por otra parte, también llama la atención el alto porcentaje de investigadores mexicanos que participan de la distribución social del conocimiento que mencionaron a la divulgación en revistas especializadas como uno de los mecanismos de difusión utilizados, el peso de la tradición (Heisenberg, 1977); tal y como se aprecia en la Tabla 38. Por el contrario, destaca el alto porcentaje de docentes mexicanos que trabajan la ciencia académica y que divulgan sus investigaciones por medios no especializados. Los investigadores, tanto mexicanos como españoles, que desarrollan su labor en el modo 2 de generación de conocimiento están utilizando como un mecanismo importante para la divulgación de su trabajo a la prestación de servicios técnicos; como se aprecia en la referida Tabla 38.

TABLA 38. MECANISMOS DE DIFUSIÓN PARA LA SOCIALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO GENERADO POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Mecanismos de difusión	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Divulgación en revistas especializadas	22.2	80.0	20.0	61.1	42.9
	b) Participación en reuniones académicas	4.8	0.0	30.0	11.1	14.3
	c) Formación de recursos humanos especializados	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
	e) Participación en reuniones no académicas	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
	f) Divulgación de la ciencia en medios no especializados	9.5	20.0	30.0	16.7	42.9
b) Ciencia aplicada	a) Divulgación en revistas especializadas	3.2	50.0	0.0	40.0	0.0
	b) Participación en reuniones académicas	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	c) Formación de recursos humanos especializados	3.2	0.0	40.0	20.0	25.0
	f) Divulgación de la ciencia en medios no especializados	3.2	50.0	0.0	40.0	0.0
	g) Prestación de servicios científicos	3.2	0.0	40.0	0.0	50.0
c) Desarrollo técnico	b) Participación en reuniones académicas	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0

Tipo de investigación	Mecanismos de difusión	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
d) Ciencia básica más ciencia aplicada	a) Divulgación en revistas especializadas	7.9	40.0	12.5	25.0	33.3
	b) Participación en reuniones académicas	1.6	0.0	12.5	0.0	16.7
	c) Formación de recursos humanos especializados	3.2	0.0	25.0	8.3	16.7
	d) Elaboración de propuestas técnicas	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	f) Divulgación de la ciencia en medios no especializados	12.7	50.0	37.5	50.0	33.3
	g) Prestación de servicios científicos	1.6	0.0	12.5	8.3	0.0
e) Ciencia aplicada más desarrollo técnico	a) Divulgación en revistas especializadas	3.2	100.0	100.0	0.0	100.0
f) Una combinación de todas las anteriores	a) Divulgación en revistas especializadas	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	b) Participación en reuniones académicas	1.6	25.0	0.0	0.0	25.0
	c) Formación de recursos humanos especializados	1.6	0.0	25.0	0.0	25.0
	d) Elaboración de propuestas técnicas	3.2	25.0	25.0	50.0	0.0
	f) Divulgación de la ciencia en medios no especializados	4.8	50.0	25.0	25.0	50.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

6.4.4. Consecuencias de los medios utilizados para generar conocimiento científico

Las consecuencias que los procesos anteriormente descritos han tenido, han sido sobre todo un gran aislamiento entre la sociedad y el sistema de ciencia y técnica. En opinión de los entrevistados, los científicos tienen poca influencia sobre la sociedad; la percepción es desigual respecto a la importancia de dicha influencia. Por ejemplo, los investigadores que trabajan en el modo uno piensan que los científicos no tienen influencia sobre la sociedad; sin embargo, otros científicos opinaron que los científicos que han alcanzado cierta notoriedad tienen cierta influencia. La percepción de que la influencia es nula, es más alta en España que en México y entre los investigadores que entre los docentes. La idea de que los científicos tienen cierta influencia por su notoriedad también es más alta en España que en México, pero es más importante entre los docentes que entre los investigadores.

Los investigadores, pero sobre todo los docentes mexicanos entrevistados que participan de la distribución social del conocimiento opinan que los científicos influyen como colectivos. En éste mismo grupo sigue siendo más alto el porcentaje de investigadores españoles que opinan que los científicos no tienen influencia sobre la sociedad en comparación con sus colegas mexicanos. Llama la atención que los investigadores y docentes que opinan que los científicos influyen como colectivos sea el mismo porcentaje del total de entrevistados que opinen de igual manera en la ciencia académica, como se aprecia en la Tabla 39.

TABLA 39. IMPORTANCIA QUE LOS CIENTÍFICOS TIENEN PARA LA SOCIEDAD DE ACUERDO A LA OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Importancia	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Casi ninguna	17.0	53.3	30.0	50.0	28.6
	d) Tienen cierta influencia porque cuentan con notoriedad	16.0	46.7	30.0	33.3	57.1
	f) Tienen influencia porque ocupan posiciones políticas	1.6	0.0	10.0	5.6	0.0
	h) Influyen como colectivos	4.8	0.0	30.0	11.1	14.3
b) Ciencia aplicada	a) Casi ninguna	6.3	50.0	40.0	60.0	25.0
	d) Tienen cierta influencia porque cuentan con notoriedad	4.8	50.0	20.0	40.0	25.0
	e) Tienen influencia porque marcan línea en cuanto a	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	f) Tienen influencia porque ocupan posiciones políticas	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
c) Desarrollo técnico	d) Tienen cierta influencia porque cuentan con notoriedad	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0
d) Ciencia básica y ciencia aplicada	a) Casi ninguna	16.0	60.0	50.0	58.3	50.0
	d) Tienen cierta influencia porque cuentan con notoriedad	9.5	20.0	50.0	25.0	50.0
	h) Influyen como colectivos	3.2	20.0	0.0	16.7	0.0
e) Ciencia aplicada y desarrollo técnico	a) Casi ninguna	3.2	100.0	100.0	0.0	100.0
f) Una combinación de todas	a) Casi ninguna	6.3	75.0	25.0	75.0	25.0
	d) Tienen cierta influencia porque cuentan con notoriedad	1.6	25.0	0.0	0.0	25.0
	h) Influyen como colectivos	4.8	0.0	75.0	25.0	50.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

Otra evidencia del aislamiento que el sistema de ciencia y técnica tiene de la sociedad se presenta al analizar las opiniones de los entrevistados con respecto al papel que desempeña la sociedad en el sistema, tal y como se

observa en la Tabla 40. En el mejor de los casos la sociedad es tomada en cuenta en el sistema de ciencia y técnica como colaboradora en ciertas investigaciones o como beneficiaria o usuaria del conocimiento generado, en el peor de los casos, los entrevistados opinan que la sociedad no valora la investigación científica o que no debería influir en el sistema.

Para los investigadores y docentes que participan de la ciencia académica la sociedad desconoce las aplicaciones del quehacer científico; esta percepción es ligeramente más alta en España que en México y entre los investigadores más que entre los docentes. Los entrevistados ven a si mismo a la sociedad como colaboradora en ciertas investigaciones y como usuaria y beneficiaria de la investigación generada, como se puede observar en la Tabla 40.

En opinión de los entrevistados que participan del modo 2 de generación de conocimiento el sistema de ciencia y técnica forma parte de la sociedad y por lo tanto esta influye sobre aquél. La percepción anterior es ligeramente más alta en España que en México y entre los docentes más que entre investigadores (ver Tabla 40). Otra idea importante vertida por investigadores mexicanos entrevistados es que si la sociedad se organiza puede influir sobre la decisión de lo que se investiga, tal y como esta sucediendo con las convocatorias para el financiamiento de proyectos específicos que están emitiendo gobiernos y entidades privadas. En este sentido, en el siguiente apartado se analizará con mayor detalle la relación entre la ciencia y la sociedad.

TABLA 40. EL PAPEL QUE LA SOCIEDAD DESEMPEÑA EN EL SISTEMA DE CIENCIA Y TÉCNICA DE ACUERDO A LO EXPRESADO POR LOS ENTREVISTADOS.

Tipo de investigación	Papel de la sociedad	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
a) Ciencia básica	a) Como colaboradora en ciertas investigaciones	9.5	27.0	20.0	22.0	29.0
	c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación	6.4	20.0	10.0	22.0	0.0
	e) Desconoce las aplicaciones del quehacer científico	9.5	27.0	20.0	28.0	14.0
	f) La sociedad no valora a la investigación científica	3.2	13.0	0.0	5.6	14.0
	h) Mínima	1.6	0.0	10.0	0.0	14.0
	i) Ninguna	1.6	0.0	10.0	0.0	14.0
	k) Influye a través de gestores	1.6	6.7	0.0	5.6	0.0
	l) Participa en la definición de la investigación	3.2	0.0	20.0	5.6	14.0
	n) Proporciona los objetos/sujetos de estudio	3.2	6.7	10.0	11.0	0.0
b) Ciencia aplicada	a) Como colaboradora en ciertas investigaciones	3.2	0.0	40.0	0.0	50.0
	b) Como financiadora de la investigación	3.2	50.0	0.0	40.0	0.0
	c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	e) Desconoce las aplicaciones del quehacer científico	1.6	25.0	0.0	20.0	0.0
	f) La sociedad no valora a la investigación científica	1.6	0.0	20.0	20.0	0.0
	m) Participa porque la ciencia y la técnica forman parte de la sociedad	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
	n) Proporciona los objetos/sujetos de estudio	1.6	0.0	20.0	0.0	25.0
c) Desarrollo técnico	c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación	1.6	0.0	100.0	0.0	100.0

Tipo de investigación	Papel de la sociedad	Porcentaje del total	España	México	Investigadores	Docentes
d) Ciencia básica y ciencia aplicada	a) Como colaboradora en ciertas investigaciones	1.6	0.0	13.0	0.0	17.0
	b) Como financiadora de la investigación	4.8	20.0	13.0	17.0	17.0
	c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación	1.6	0.0	13.0	0.0	17.0
	e) Desconoce las aplicaciones del quehacer científico	7.9	30.0	25.0	33.0	17.0
	h) Mínima	1.6	0.0	13.0	0.0	17.0
	i) Ninguna	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	j) No sabe	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	k) Influye a través de gestores	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	l) Participa en la definición de la investigación	1.6	0.0	13.0	8.3	0.0
	m) Participa porque la ciencia y la técnica forman parte de la sociedad	1.6	10.0	0.0	8.3	0.0
	n) Proporciona los objetos/sujetos de estudio	1.6	0.0	13.0	8.3	0.0
	ñ) No debería tener incidencia en la definición de lo que se estudia	1.6	10.0	0.0	0.0	17.0
e) Ciencia aplicada y desarrollo técnico	c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación	3.2	100.0	100.0	0.0	100.0
f) Una combinación de todas	b) Como financiadora de la investigación	1.6	25.0	0.0	25.0	0.0
	c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación	3.2	25.0	25.0	25.0	25.0
	d) Cuando la sociedad se organiza puede influir sobre lo que se investiga	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	h) Mínima	1.6	0.0	25.0	25.0	0.0
	m) Participa porque la ciencia y la técnica forman parte de la sociedad	4.8	50.0	25.0	0.0	75.0
Total de observaciones		63	34	29	39	24

Fuente: elaboración propia.

6.5. La relación de la ciencia con la sociedad

En el apartado actual se realiza una descripción de la acción social que la ciencia académica lleva a cabo para generar conocimiento científico, así como de la función que dicho modo cumple en la sociedad como proveedora de conocimiento científico para la generación de innovaciones. En particular, la definición de fines teleológicos provisionales que la ciencia académica esta realizando en México y en España para estabilizar su relación con dichas sociedades esta permitiendo el surgimiento del modo 2 de generación de conocimiento socialmente distribuido en ambos países. En consecuencia, en el apartado en cuestión, también se realiza la descripción de la acción social que conforma al modo 2, así como de la función que dicho modo esta desempeñando en la sociedad, que además de ser proveedor de conocimiento científico, esta propiciando el ejercicio de la razón, entre los participantes científicos y no científicos que interactúan en dicho modo de generación de conocimiento. Es decir, esta generando capacidades que en un futuro podrían democratizar la generación de conocimiento en la sociedad.

Además, en el presente apartado se realiza un análisis de contextos, comparando la función que la ciencia académica cumple en España y en México, considerando las posibilidades de dichos países para hacer los ajustes necesarios de tal forma que el flujo de conocimiento científico generado por el sistema llegue a la sociedad. Por otra parte, también se expone un análisis de perspectivas, desde el punto de vista de los docentes y de investigadores para proyectar y prever acciones que permitan mejorar tanto la acción social como la función que la ciencia académica y el como el conocimiento socialmente distribuido cumplen y por lo tanto, las funciones que la sociedad estaría exigiendo, tanto a universidades, como a centros de investigación.

6.5.1. Las funciones de la generación de conocimiento científico en la sociedad

La ciencia académica desde la concepción de algunos científicos tiene como función actual la de producir conocimiento científico fiable y comunicarlo a través de publicaciones especializadas, además de lo anterior, los científicos participan en la formación de recursos humanos especializados y últimamente ante la demanda de la sociedad en la difusión del conocimiento generado y en la promoción de su aplicación en empresas, industrias e instituciones gubernamentales. En efecto, tal como se puede apreciar en la Tabla 41, cerca de la mitad de los entrevistados considero que la contribución más importante de su trabajo es la aportación de conocimientos disciplinares; mientras que una tercera parte opino que el beneficio social que aportan sus investigaciones es la generación de conocimiento científico en sí mismo y por lo tanto el único mecanismo de difusión de sus resultados de investigación lo constituyen las publicaciones científicas y las reuniones académicas. Incluso una décima parte de los científicos consultados (ver Tabla 41) considera que el mecanismo con el cuál se vincula a la sociedad es a través de las mismas publicaciones especializadas. Los resultados antes mencionados muestran que la ideología de la “ciencia pura” que cultiva el saber por el saber mismo sigue siendo importante entre los científicos entrevistados, de acuerdo a como lo mencionaron Rubén (1993-1994) y Ziman (1980).

Son todavía una minoría, los científicos que consideraron que su relación con la sociedad debe ir más allá de la difusión académica de su trabajo y están desarrollando investigaciones que tenían como finalidad hacer llegar el conocimiento que generan a la sociedad. Es así, que de los científicos entrevistados, sólo el 20% considera que su contribución más importante es la generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos, según se observa en la Tabla 41. Sin embargo, más de la mitad de los científicos consultados mencionaron categorías más cercanas con el uso del conocimiento científico por parte de diversas instancias de la sociedad, cuando se les inquirió acerca del beneficio social de su trabajo, como se observa en la

misma Tabla 41. Incluso el 40% de los científicos que trabajaron en investigaciones consideradas por ellos como básicas, son conscientes de dicha responsabilidad según se aprecia en la Ilustración 28.

Lo antes expuesto, evidencia que esta habiendo un cambio con respecto a la toma de conciencia de los científicos de la responsabilidad social de su trabajo, puesto que en 1997, Bunge exponía que aún los científicos que estaban más en contacto con la sociedad como eran los que trabajaban en ciencia aplicada y desarrollo técnico eludían dicha responsabilidad.

TABLA 41. FINALIDAD DE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EXPRESADA POR LOS ENTREVISTADOS.

Indicador	Categorías	Porcentaje
Contribución más importante	Conocimiento disciplinario	47.6
	Conocimiento interdisciplinario	12.7
	Replanteamiento teórico del fenómeno	9.5
	Formación de recursos humanos	6.3
	Conocimiento para resolver problemas específicos	23.8
Beneficio social	Conocimiento científico	33.3
	Ahorro en costes de investigación	7.9
	Difícil de cuantificar	3.2
	Formación de recursos humanos	22.2
	Conocimiento para resolver problemas específicos	19.0
	Servicios científicos y difusión	1.6
	Gestión de problemática social concreta	6.3
	Valoración de grupos y conocimientos marginados	4.8
Mecanismos de difusión	Publicaciones especializadas	38.1
	Reuniones académicas	7.9
	Formación de recursos humanos	9.5
	Publicaciones y reuniones no especializadas	34.9
	Servicios científicos	9.5
Mecanismos de vinculación	Publicaciones especializadas	12.7
	Comités asesores	3.2
	Redes de conocimiento	17.5
	Publicaciones y reuniones no especializadas	11.1
	Divulgación en educación básica	4.8
	Servicios científicos	27.0
	Redes para la resolución de problemas	20.6
	Gestión de problemáticas concretas	3.2

Fuente: elaboración propia.

Por lo que respecta a las etapas del proceso de la ciencia académica en las que están trabajando los científicos entrevistados, el 47% de ellos lleva a cabo su labor científica en la investigación básica, el 23% en la investigación aplicada y sólo el 1% en desarrollo técnico según puede verse en la Ilustración 29.

Contrario al patrón ideal delineado por Bunge (1985) y por Ziman (1980) como se aprecia en la Ilustración 28 sólo cerca del 30% de los entrevistados definieron sus investigaciones como una integración entre dos niveles de la cadena, es decir, una combinación entre ciencia básica y ciencia aplicada o bien ciencia aplicada y desarrollo técnico (observar la Ilustración 28). Además de lo anterior, el principal mecanismo de difusión o vinculación del trabajo realizado por los científicos que desarrollan su actividad en ciencia básica, aplicada o desarrollo técnico son las publicaciones científicas, según se observa en la Ilustración 30 e Ilustración 31. Lo anterior deja ver la desarticulación que existe entre los componentes del sistema de ciencia académica, con lo cual, el flujo de conocimiento que la sociedad puede utilizar es escaso, comparado con la cantidad de conocimiento que los investigadores de los sistemas analizados, el español y el mexicano producen, según se puede observar en la Ilustración 32.

La forma en que los científicos conciben su labor y por lo tanto su responsabilidad social sigue siendo el incremento del conocimiento de su disciplina, que en algún momento será útil, tal como lo afirmo Ziman (1980). Por ejemplo, los científicos que trabajan con temas relacionados con biología molecular están desarrollando investigaciones que tienen como finalidad contribuir a la cura de diversas enfermedades, algunas tan importantes como el cáncer o el Alzheimer; pero su labor se interrumpe al llegar a la publicación de los resultados de la investigación. Es decir, que el científico o bien elige otro problema de investigación, o bien se especializa en el mismo tema estudiando aspectos que considera más interesantes e importantes.

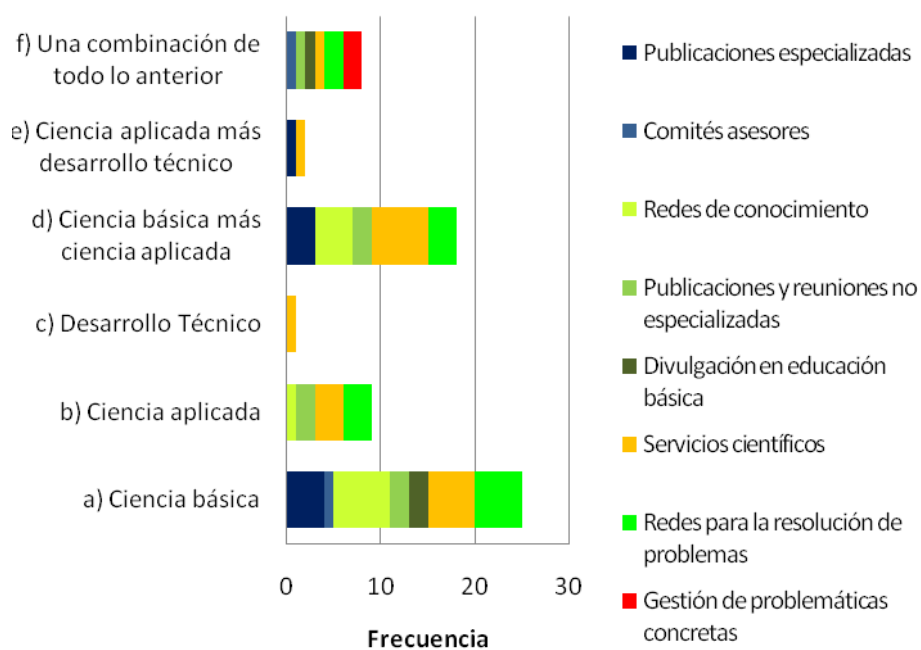


ILUSTRACIÓN 28. BENEFICIOS SOCIALES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

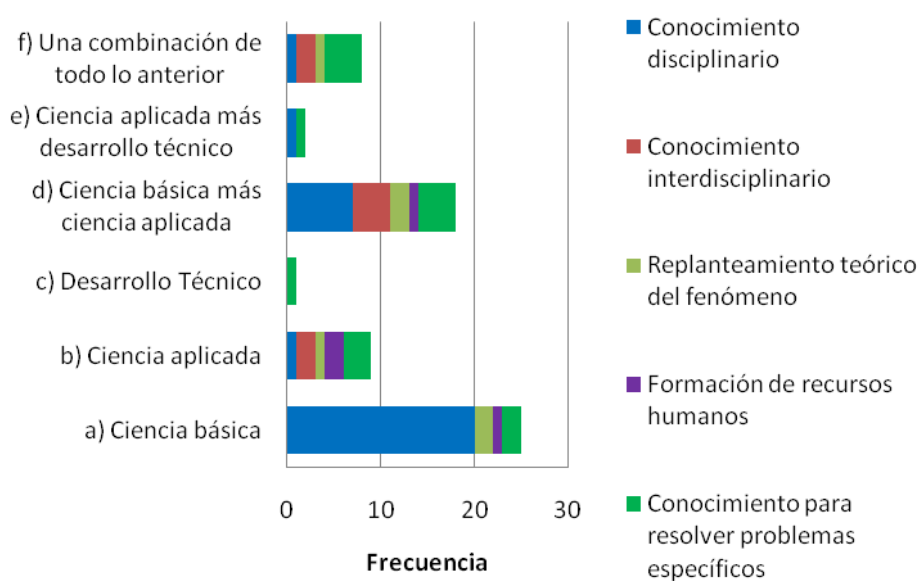


ILUSTRACIÓN 29. PRINCIPAL CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CIENTÍFICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

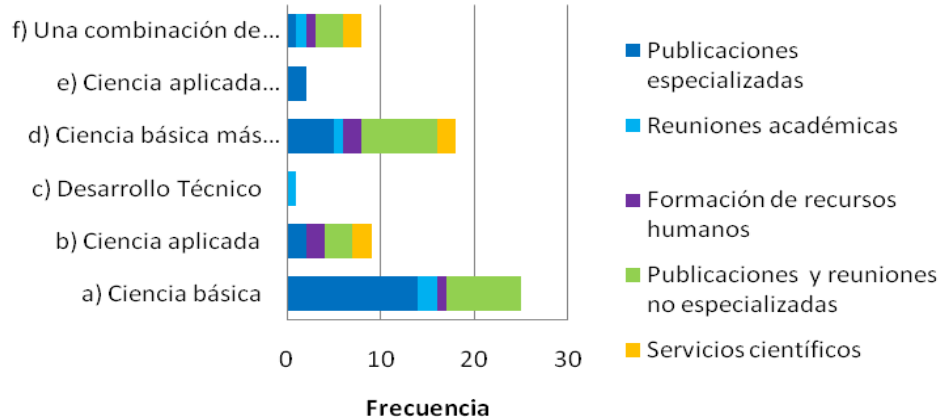


ILUSTRACIÓN 30. MECANISMOS DE DIFUSIÓN UTILIZADOS POR LOS CIENTÍFICOS.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

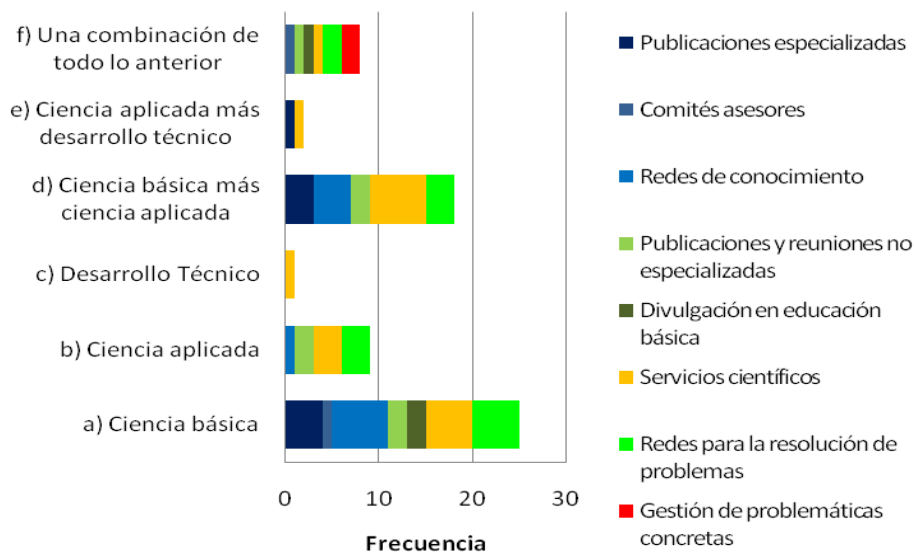


ILUSTRACIÓN 31. MECANISMOS DE VINCULACIÓN USADOS POR LOS CIENTÍFICOS.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Lo común es que los investigadores no continúen la investigación (en algunos casos si) hasta llegar a generar investigación aplicada y luego desarrollo técnico, que en el caso de la biología molecular y el cáncer o el Alzheimer sería la producción de fármacos que curaran o bloquearan el avance de la enfermedad en cuestión. Es así que, la actividad decisoria del proceso de investigación que realizan los científicos no esta encaminada a comunicar el conocimiento generado al siguiente elemento en el proceso de generación de conocimiento. Debido a lo anterior, el flujo de conocimiento y de investigación

en una línea determinada es interrumpido por lo que no se llega a generar conocimiento socialmente útil, como de hecho ocurre con la mayor parte de las investigaciones realizadas de acuerdo a la crítica hecha por la OCDE (2009b) al sistema de ciencia y técnica mexicano.

De las respuestas proporcionadas por los científicos que desarrollan su investigación en la ciencia básica, se infiere que no son conscientes de la omisión que cometen al no trabajar porque el flujo de conocimiento científico continúe a lo largo del proceso de generación para que este finalmente llegue a la sociedad. Los científicos consultados tampoco son conscientes de que dicha omisión, esta contribuyendo a incrementar el aislamiento entre ciencia y sociedad. Las opiniones vertidas por los entrevistados con respecto a la pregunta sobre la influencia de la sociedad en la definición de lo que se estudia en la ciencia y que se muestran en la Ilustración 33 podrían ayudar a explicar la falta de conciencia de la responsabilidad social de los científicos. El 23% de los entrevistados aseguro que la sociedad no valora o desconoce lo que la ciencia investiga (ver Ilustración 33), lo que podría estar influyendo para que los científicos consideren que su relación con la sociedad es una relación inmediata o mediata unidireccional (Luckmann, 1996); es decir, que la sociedad esta fuera de su radio de acción.

Para algunos de los entrevistados, el beneficio de su trabajo plasmado en las publicaciones, se vera en el largo plazo; es decir, que su actuación en lo inmediato aunque es unidireccional, en el futuro tendrá un efecto en la sociedad, o lo que es lo mismo, se convertirá en una relación mediata recíproca. Como ya ha sido analizado, debido a que no se han establecido las conexiones adecuadas entre las etapas que componen la generación de conocimiento científico socialmente útil, esta perspectiva se convierte en un buen deseo que tiene probabilidades de cumplirse, pero que nada asegura que ocurra de esta manera. Conforme lo mencionó Luckmann (*Ibíd.*), las personas son responsables de considerar las consecuencias de sus actos cuando planean ciertos fines y en el caso de los científicos que trabajan bajo el enfoque de la ciencia académica, dichas consecuencias van más allá del ámbito de la investigación. En consecuencia, sigue siendo importante la necesidad de que los científicos asuman que la generación de conocimiento científico tiene una

responsabilidad social que no se cumple con la realización de las investigaciones y su posterior publicación en revistas especializadas. Tal como lo mencionó Ziman (1980), pues ello les permitiría ser más conscientes de las consecuencias que su trabajo por acción u omisión tiene sobre la sociedad.

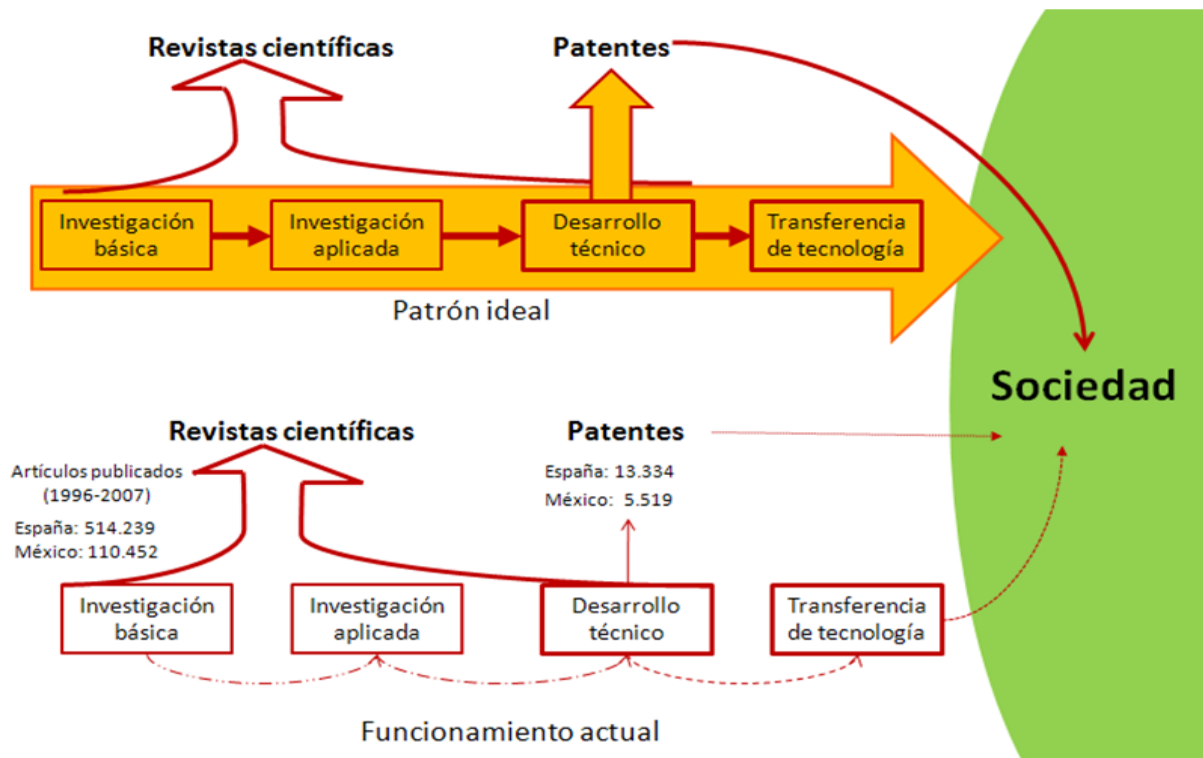


ILUSTRACIÓN 32. PATRÓN IDEAL Y FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA CIENCIA ACADÉMICA. FUENTE: GIBBONS, ET AL. (1997), SCIMAGO (2009) Y RICYT (2009). ELABORACIÓN PROPIA.

Es así, que se presenta un conflicto con respecto a los fines que el sistema de ciencia y técnica debería perseguir. La sociedad por un lado, y como parte del sistema, demanda una mayor investigación aplicada que pueda ser utilizada en la resolución de problemas, además de que cuestiona al sistema de ciencia y técnica porque esto no ocurre y también esta empezando a condicionar el financiamiento que los gobiernos otorgan a la ciencia con el fin de que la investigación que se genere tenga una mayor utilidad social. Por ejemplo, el 77% de los entrevistados manifestó haber recibido la solicitud de alguna instancia de la sociedad para proporcionar información, participar puntualmente

en la resolución de algún problema o para prestar servicios científicos como se puede observar en la Ilustración 34. En el mismo sentido, el 19% de los entrevistados mencionó que la sociedad influye sobre la definición de lo que se estudia a través de las convocatorias que financian la investigación, como se percibe en la ilustración 10. Los académicos, por su parte, piden libertad para decidir lo que científicamente es más importante investigar en aras de seguir extendiendo el conocimiento científico y ante el desconocimiento o la desvalorización que la sociedad tiene hacia el conocimiento científico, de acuerdo a la opinión expresada por el 25% de los entrevistados y que puede ser observado en la Ilustración 33.

Por su parte, las estructuras en éste caso disciplinares e institucionales (las estructuras administrativas de las instituciones donde los científicos laboran) tampoco cuentan con programas que fomenten el establecimiento de las conexiones adecuadas para que el conocimiento generado sea transformado en conocimiento socialmente útil. Por ejemplo, sólo el 12% de los entrevistados expresaron que las instituciones donde laboran fomentan la integración de grupos de investigación para la resolución de problemas específicos; mientras que el 63% de ellos manifestó que o no conoce si existen criterios para la integración de grupos de investigación, o no existen o existen pero no se cumplen, o bien éstos son administrativos, como se aprecia en la Ilustración 35.

En vista de lo anteriormente mencionado, la ciencia académica se ha visto obligada a definir fines teleológicos provisionales que de acuerdo con lo planteado por Luhmann (1983) le permitan estabilizar su relación con la sociedad pues el contexto ya no le permite seguir desarrollándose como hasta ahora lo ha hecho. Al necesitar los científicos de los recursos económicos que la sociedad les provee, como se aprecia en la mencionada Ilustración 33 han tenido que ajustarse a las demandas que dicha sociedad les plantea. En éste camino se han dirigido los esfuerzos tanto de los científicos, pero sobre todo de las instituciones y los gobiernos por establecer mejores mecanismos para la difusión del conocimiento científico y la transferencia de técnicas y conocimientos de la ciencia hacia la sociedad, estableciendo políticas públicas que propicien la difusión del saber generado por la ciencia, como lo menciona Valero (2002).

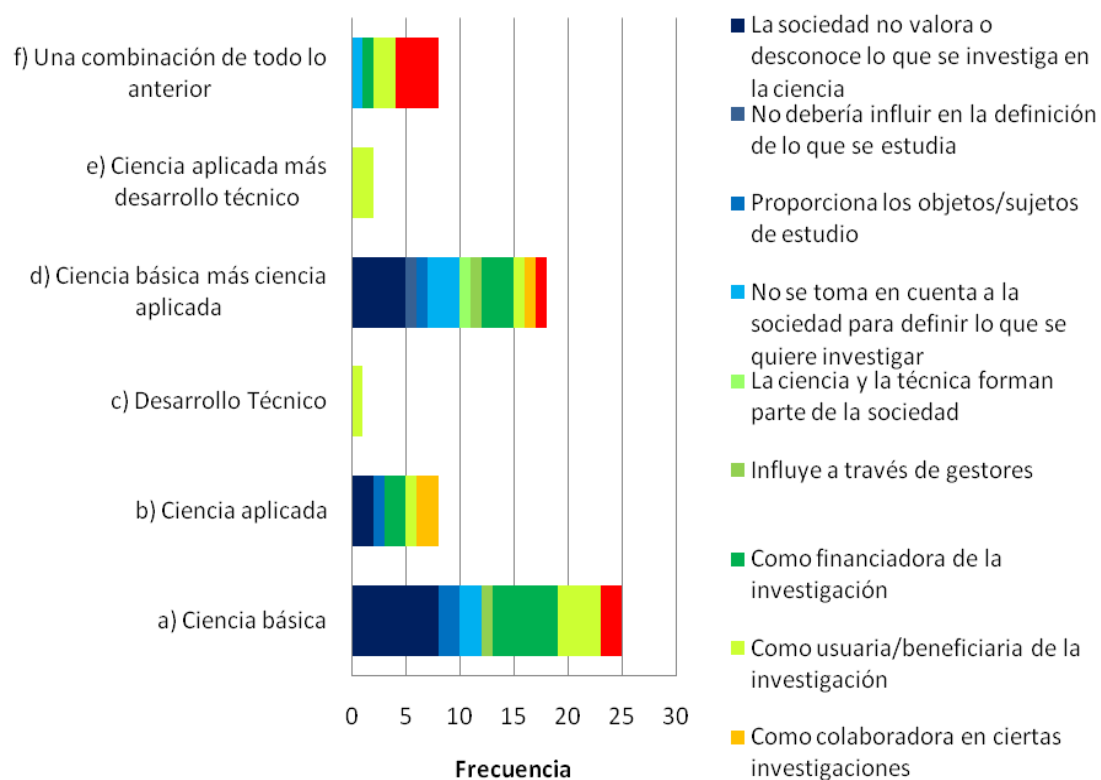


ILUSTRACIÓN 33. INFLUENCIA DE LA SOCIEDAD EN LA DEFINICIÓN DE LO QUE LA CIENCIA ESTUDIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

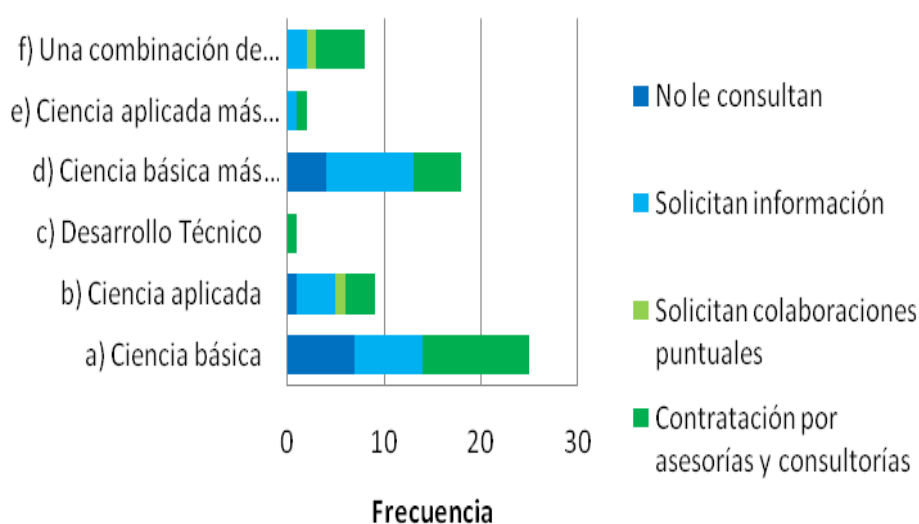


ILUSTRACIÓN 34. FORMA EN QUE LA SOCIEDAD HA SOLICITADO LA PARTICIPACIÓN DE LOS CIENTÍFICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

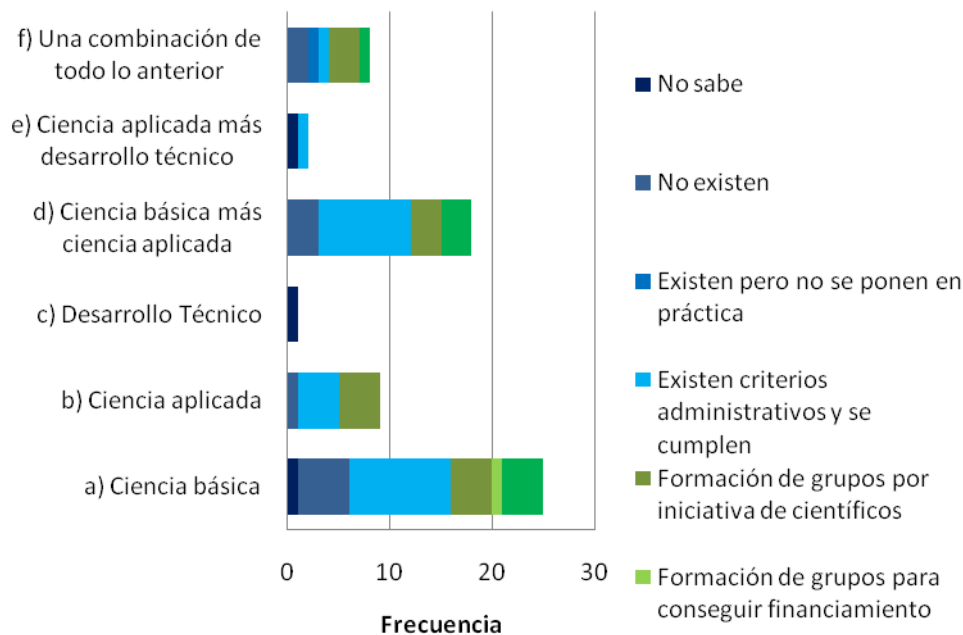


ILUSTRACIÓN 35. CRITERIOS INSTITUCIONALES PARA INTEGRAR GRUPOS DE INVESTIGACIÓN MANIFESTADOS POR LOS ENTREVISTADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Ejemplo de los mecanismos mencionados anteriormente lo constituye la Semana de la Ciencia en España (SCE) promovida desde el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y que tiene como finalidad acercar la ciencia a la sociedad, La SCE tiene diez años realizándose y en 2010 fue celebrada entre el 8 y el 21 de noviembre de 2010, con la participación de 647 instituciones entre las que destacan agencias nacionales y estatales de investigación, centros públicos de enseñanza y asociaciones civiles. Otro ejemplo es la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT) promovida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México cuya finalidad es despertar el interés por las disciplinas científicas y tecnológicas entre el público infantil y juvenil y propiciar un acercamiento entre científicos, divulgadores, investigadores, empresarios, tecnólogos y autoridades.

Como parte de los fines teleológicos provisionales, los científicos también han diversificado e incrementado el uso de mecanismos de difusión del

conocimiento científico hacia la sociedad; como se puede ver en la Ilustración 30, más del 50% de los entrevistados manifestó el uso de algún mecanismo de difusión diferente de las publicaciones especializadas o de las reuniones académicas. En la misma Ilustración 30 es posible identificar que el 80% de los entrevistados dijo utilizar mecanismos unidireccionales de comunicación con la ciencia; es decir, que sigue prevaleciendo el enfoque de alfabetización científica para que la sociedad conozca, valore y reconozca los logros obtenidos por los científicos y que sigue siendo marginal el enfoque de interacción para el desarrollo de capacidades, más relacionado con el conocimiento socialmente distribuido. Tal como lo plantea Daza y Arboleda (2007) el objetivo del tipo de medios de difusión usados por los científicos es el de promover entre el público el valor de la investigación que realizan para obtener mayor apoyo económico. Aun se mantiene el reto de crear los escenarios de encuentro e intercambio que permitan la interacción de los científicos con públicos no especializados, pues como se observa en la Ilustración 30 sólo el 19% de los entrevistados manifestó haber utilizado mecanismos de difusión que permiten la bidireccionalidad en la comunicación, los servicios científicos y la formación de recursos humanos.

En el mismo sentido, más del 60% de los científicos entrevistados mencionó que ha utilizado como mecanismos de vinculación con la sociedad a las publicaciones y reuniones no especializadas, la divulgación en la educación básica y la gestión de problemáticas concretas, pero sobre todo la prestación de servicios científicos y la participación en redes para la resolución de problemas, como se aprecia en la Ilustración 31. En la prestación de servicios científicos fueron englobados tanto patentes, como consultorías y asesorías puntuales que los científicos prestan a la sociedad.

Sin embargo, de acuerdo a lo planteado por Luhmann (1983), para estabilizar la relación con la sociedad; la ciencia académica tendría que lograr que los fines teleológicos provisionales para mejorar la difusión y uso del conocimiento científico sean incorporados tanto a las decisiones programadas del proceso de investigación, como a las estructuras disciplinarias e institucionales. De no lograrse la incorporación a las estructuras, las actividades de distribución social del conocimiento científico serán consideradas como marginales, desestimando

su consecución, como hasta ahora ocurre, pues son estas instancias quiénes evalúan y validan dicho proceso de investigación a través de sus normas o decisiones programáticas.

Por ejemplo, el 50% de los criterios mencionados por los entrevistados para revisar la fiabilidad de las comunicaciones científicas que les son canalizadas en el proceso de revisión por pares están más relacionados con la influencia de las estructuras disciplinares. Así, por ejemplo, la solidez metodológica fue mencionado por cerca del 30% de los entrevistados; la novedad del tema por el 17% y el conocimiento del estado de la cuestión por cerca del 11%, como se aprecia en la Ilustración 36. Así, la influencia de las estructuras disciplinares sobre la definición de los fines del proceso de investigación es muy clara al demandar y aceptar comunicaciones científicas que investigan cierto tipo de problemas, por lo regular problemas cognitivos, relacionados con el avance mismo del conocimiento de la disciplina específica. La investigación de dichos problemas deberá estar sustentada o ser coherente con el conocimiento publicado en el campo de conocimiento y deberá así mismo, haber utilizado cierto tipo de métodos, como por ejemplo, métodos estadísticos para analizar y validar la información generada. Los científicos deben demostrar así, que dominan las técnicas de investigación consideradas válidas para la disciplina en la que investigan, ya que de esto depende no sólo su reconocimiento como científicos, sino que el conocimiento que generaron sea considerado como válido o no, como lo mencionó Ziman (1980) la tarea del científico sigue siendo demostrar que domina el estado actual del conocimiento de su disciplina para que el sistema le brinde el derecho a hablar con autoridad de él.

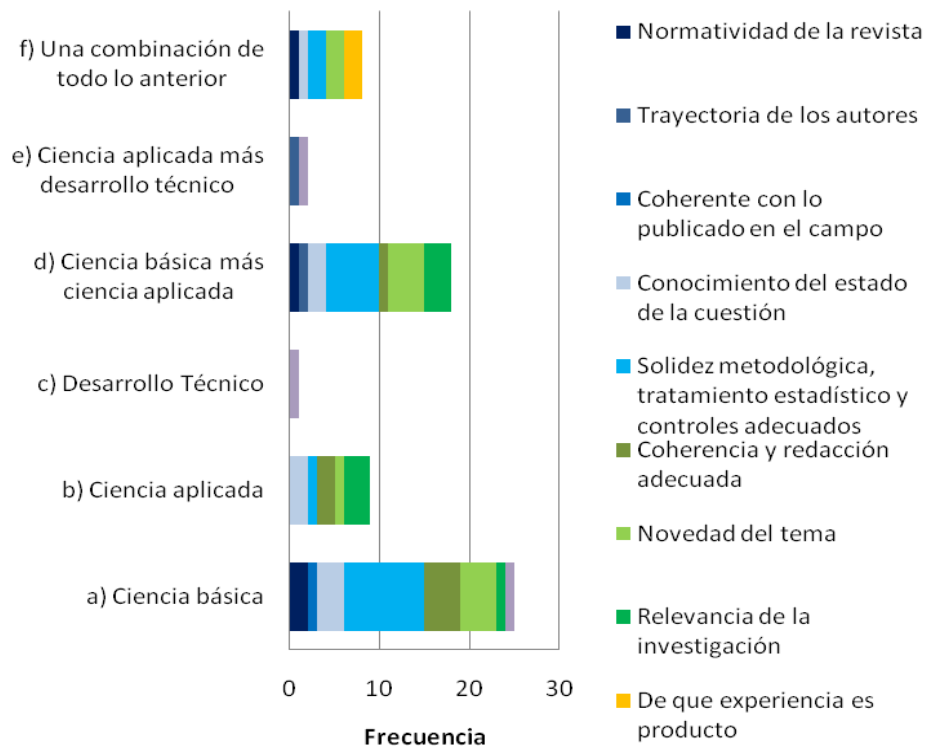


ILUSTRACIÓN 36. CRITERIOS USADOS POR LOS CIENTÍFICOS PARA LA REVISIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

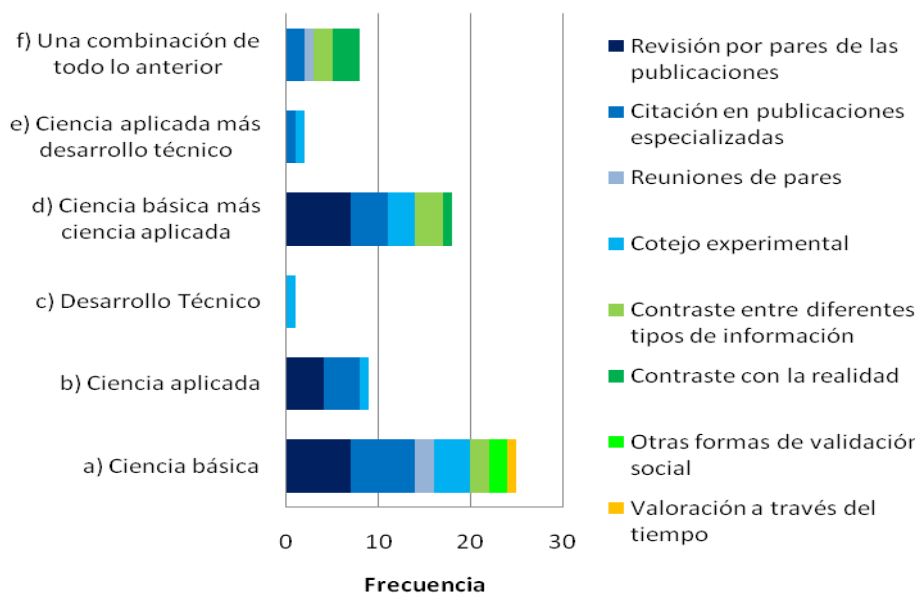


ILUSTRACIÓN 37. CÓMO SE GENERA CONSENSO SOBRE EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO VÁLIDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La piedra angular del sistema de ciencia actual lo constituyen las publicaciones en revistas especializadas, como lo expresaron Braun y Dióspatonyi (2005); en efecto el 57% de los entrevistados mencionó que el consenso sobre la

fiabilidad del conocimiento científico que generan los científicos se encuentra dado por la revisión por pares de las publicaciones y la citación de las mismas tal y como se observa en la Ilustración 37. Según se ha mencionado antes, las publicaciones científicas al convertirse en la forma de generar consenso científico influyen en la definición de los problemas que los científicos deben estudiar para que las revistas publiquen con mayor facilidad sus comunicaciones científicas.

Pero también dichas revistas influyen en cómo los científicos estudian el fenómeno en cuestión, pues tanto el conocimiento previo que sustenta a la investigación como el método de estudio deben ser coherentes con lo publicado hasta entonces, es decir, los científicos deben continuar con las tradiciones de investigación establecidas. Ejemplo de lo antes mencionado son las respuestas dadas por el 17% de los científicos entrevistados para quienes la coherencia con lo publicado en el campo, la trayectoria del investigador y el conocimiento del estado de la cuestión fueron más importantes que la relevancia de la investigación o la experiencia de la que es producto, tal como se ve en la ilustración Ilustración 36.

A pesar de lo anterior, las demandas que la sociedad esta planteando a la ciencia académica están teniendo como resultado un cambio en cuanto a la forma en que se llevan a cabo las investigaciones científicas pues los científicos practicantes de la ciencia básica empiezan a colaborar con otras disciplinas o a interactuar en grupos de investigación multidisciplinaria o interdisciplinaria, como lo expreso el 60% de los entrevistados, lo antes expuesto puede ser visto en la Ilustración 38. Además de lo antes mencionado, el 34% de los científicos consultados concretaron el problema de investigación con el que actualmente trabajan a partir del conocimiento de una realidad concreta (ver Ilustración 39), mientras que el 54%, como ya se mencionó, utilizaron otras formas de difusión diferente a las revistas especializadas para el conocimiento que generaron, como se aprecia en la Ilustración 30.

La información vertida anteriormente deja ver que la mayor parte de los científicos definen los problemas que investigan guiándose por los intereses cognitivos, los cuáles, dependen más la búsqueda del principio del consenso

más que de la agenda de la sociedad, como fue mencionado por Bunge (1997), Planck (2000) y Ziman (1980). La cuestión precedente es sumamente importante, pues con ella da inicio el proceso de investigación y también el aislamiento entre la ciencia y la sociedad al estudiarse problemas importantes desde el punto de vista cognitivo, pero no siempre desde el punto de vista social.

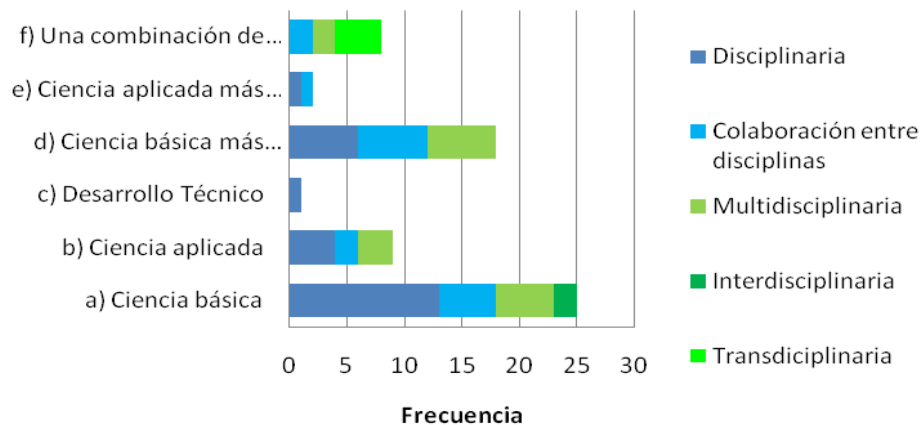


ILUSTRACIÓN 38. TIPO DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

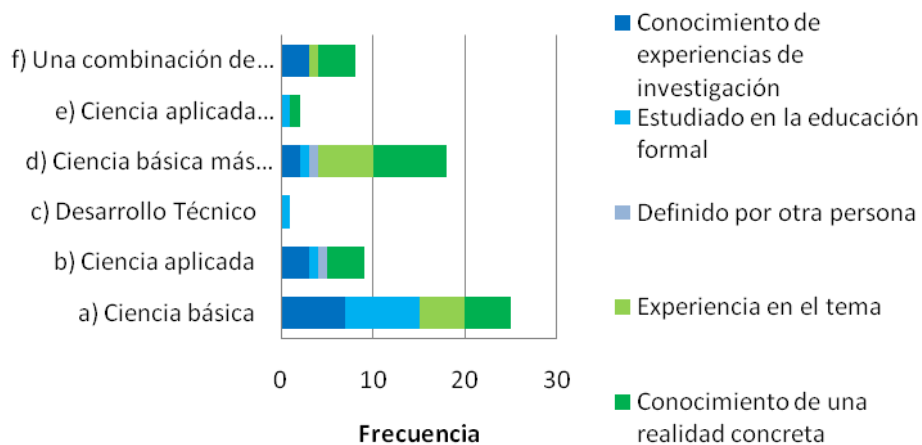


ILUSTRACIÓN 39. CÓMO LOS CIENTÍFICOS CONCRETARON EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN EN EL QUE ACTUALMENTE TRABAJAN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La situación antes descrita, permite apreciar la influencia que tienen las revistas especializadas sobre lo que se investiga y cómo se realiza; este control se ejerce sobre todo en la definición de las técnicas que es válido utilizar para

realizar las investigaciones. El panorama de las técnicas de investigación sigue estando dominado por el paradigma de las técnicas cuantitativas; en efecto, más del 60% de los entrevistados manifestó que utilizan sólo este tipo de técnicas para realizar sus investigaciones (ver Ilustración 40). Indudablemente las técnicas de investigación utilizadas por los científicos forman uno de los elementos más importantes para determinar la fiabilidad y por lo tanto la validez del conocimiento generado, como lo mencionó el 30% de los científicos consultados (observar Ilustración 37). Es necesario mencionar que según señalo Silva (1997) las técnicas estadísticas, una de las técnicas cuantitativas más socorridas, son utilizadas por muchos investigadores como un apoyo para presentar su información, más que en una herramienta para comprenderla y valorarla.

En la evaluación del trabajo hecho por los científicos no se incluye o se hace de forma marginal, indicadores relacionados con los procesos de difusión del saber científico a la sociedad o los procesos de vinculación que permitan el uso de dicho conocimiento, lo que ocasiona que se desestime a los científicos a realizar estas actividades, de acuerdo a lo mencionado por algunos de los entrevistados. En efecto; aunque en la presente investigación no se indaga al respecto, los datos aportados por una encuesta aplicada por Nature a sus lectores, confirma la cuestión anterior, como lo reportaron Abbot, *et al.* (2010). Si bien en la referida encuesta, el 63% de los entrevistados, manifestó su desaprobación a la forma en que las medidas bibliométricas son utilizadas para evaluar el desempeño y determinar la contratación y la promoción de los científicos; cuando se les pidió a los entrevistados que eligieran cinco criterios para evaluar a los investigadores, éstos escogieron la publicación en revistas de alto impacto, la obtención de subvenciones, la formación y orientación de estudiantes y el número de citas de la investigación publicada. Así las cosas, los investigadores, las revistas y las instituciones siguen optando por reforzar la influencia que las revistas científicas tienen sobre la definición de qué es lo que se investiga, cómo se hace y la utilidad que esto tiene, lo que constituye un aspecto controvertido de la ciencia por las implicaciones políticas que esto tiene, como ya lo expreso Ziman (1980).

Por lo antes descrito, se infiere que los fines teleológicos provisionales encaminados a mejorar la relación de la ciencia académica con la sociedad están siendo incorporados al proceso de investigación o decisión programada. Sin embargo, dicha incorporación esta siendo obstaculizada o por lo menos no fomentada por la decisión programática, es decir, las estructuras tanto disciplinarias como institucionales. Así, los cambios que la sociedad esta demandando en la conformación del sistema de ciencia y técnica están recayendo en la decisión programada que los científicos hacen para definir y llevar a cabo la investigación, así como para comunicar los resultados de la misma a la sociedad, lo que provoca una gran tensión en el trabajo que desarrollan los científicos. Conforme a lo expresado por Ziman (1980), los científicos necesitan cuestionar la forma de dominio que se ejerce a través de los mecanismos de control establecidos para asegurar la fiabilidad del conocimiento generado. En otras palabras, los investigadores requieren fomentar cambios en el control que las revistas especializadas ejercen sobre ellos, de lo contrario, no se logrará aprovechar el poder transformador que la ciencia podría ejercer sobre la sociedad, incluyendo el ejercicio de independencia de mente y pensamiento, bases de la creación de conocimiento científico como ya lo había apuntado Ziman (1980).

De acuerdo a las opiniones manifestadas por algunos entrevistados el tener que realizar varias funciones, en éste caso la generación de conocimiento científico, su difusión y la promoción de su uso en algunas instancias de la sociedad desestimula el ejercicio de su labor. Aunado a lo anterior, los científicos se han visto forzados a desempeñar labores administrativas para gestionar los recursos necesarios para realizar la investigación, para hacer uso de dichos recursos y por supuesto para comprobar la forma en que se han gastado dicho dinero; en opinión de algunos entrevistados. Otro factor que desestimula el trabajo científico es la falta de reconocimiento de la labor que desempeñan, en opinión del 14% de los entrevistados, la generación de conocimiento científico no recibe reconocimiento ni por las instituciones donde laboran mucho menos por la sociedad.

A pesar de lo desestimulante que pueden significar la realización de varias funciones y las labores administrativas el 70% de los entrevistados, considera

que reciben algún reconocimiento por parte del sistema de ciencia y técnica, como por ejemplo la promoción laboral, la participación en sistemas nacionales de investigación o la participación en proyectos de investigación, como se observa en la mencionada Ilustración 41.

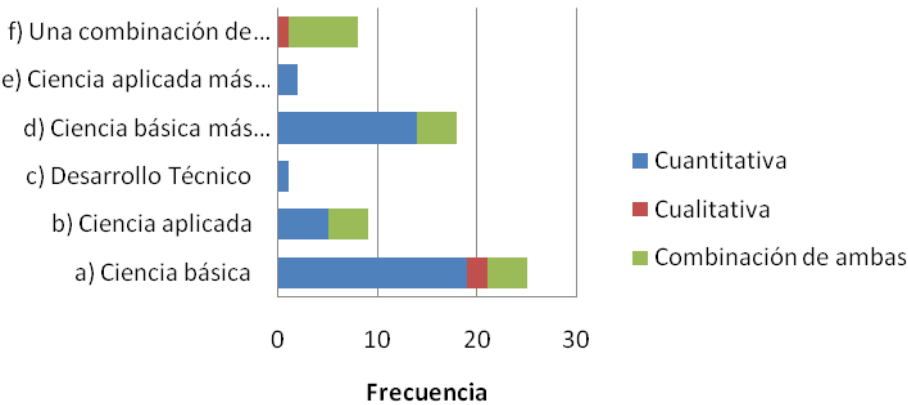


ILUSTRACIÓN 40. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN USADAS POR LOS CIENTÍFICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

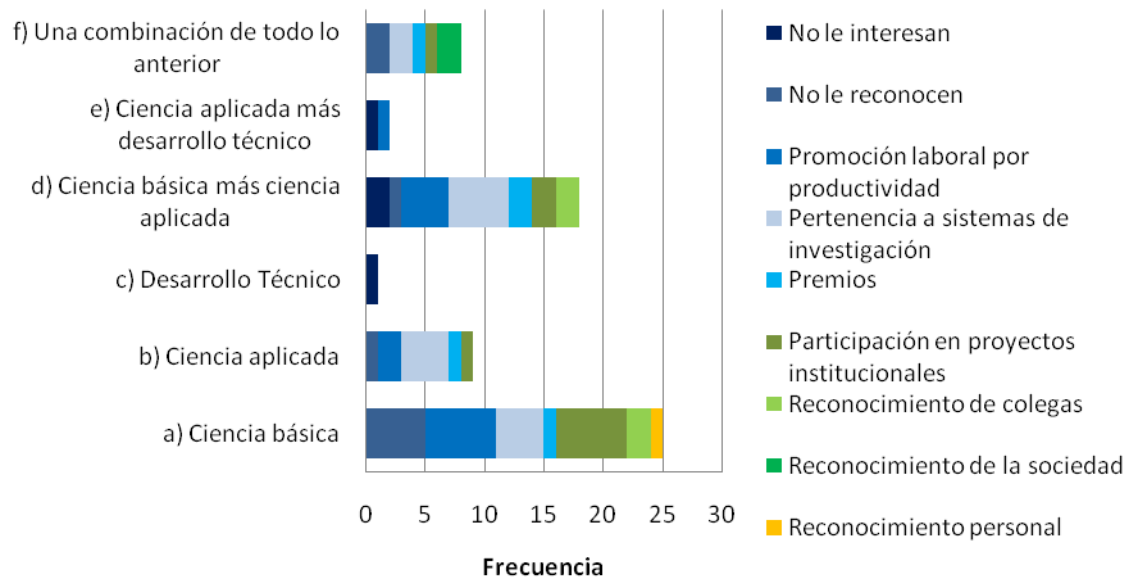


ILUSTRACIÓN 41. RECONOCIMIENTO QUE LOS CIENTÍFICOS OBTIENEN POR SU TRABAJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Llama la atención que el contar con recursos para desarrollar la investigación (mencionado por el 15% de los científicos consultados) sea considerado por los entrevistados como un reconocimiento y no como una obligación, que las instituciones donde los científicos laboran tendrían que cumplir para que los investigadores desarrollen su labor y también deja ver la relevancia que las convocatorias para financiar la investigación están teniendo para los procesos de investigación científica.

Por otra parte, también resulta relevante que el reconocimiento por parte de los colegas (más allá de la citación en las publicaciones especializadas) o de la sociedad se este convirtiendo en un estímulo para el desarrollo del trabajo científico. La situación anterior, permite inferir el cambio que se esta gestando en la forma de generar conocimiento científico, aunque esta nueva forma aún no reciba el reconocimiento por parte de la sociedad, pues como se aprecia en la Ilustración 42, más del 50% de los entrevistados manifestaron que los científicos tienen poca influencia sobre la sociedad.

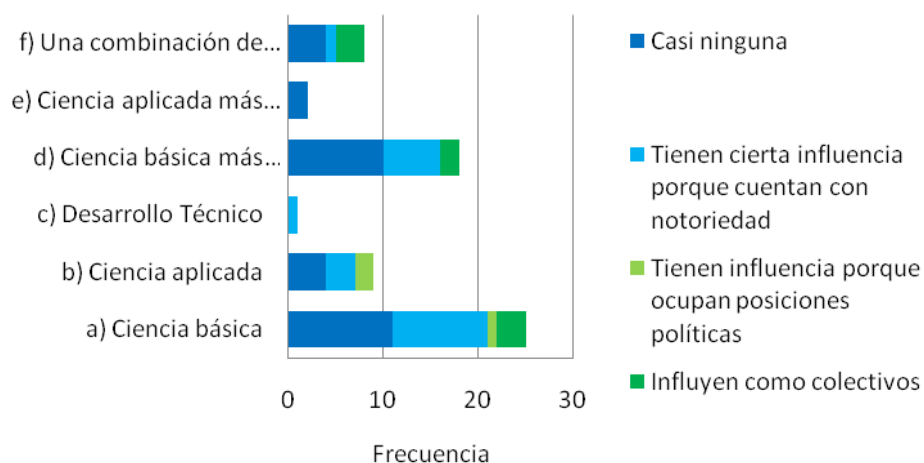


ILUSTRACIÓN 42. INFLUENCIA DE LOS CIENTÍFICOS EN LA SOCIEDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se requiere que los fines teleológicos provisionales sean transformados en comportamientos duraderos, incorporados a los procesos de investigación y a las estructuras disciplinarias e institucionales. Pero, también se requiere que dichos comportamientos sean susceptibles de ser reformulados por medio de aprendizaje para que la estabilización proporcionada por los fines mencionados pueda ser capitalizada por el sistema en una respuesta duradera a las

exigencias de la sociedad, de la manera en que lo plantea Luhmann (1983) y Ziman (1980).

Uno de esos comportamientos duraderos lo constituye el trabajo institucional de divulgación de la ciencia que llevan a cabo las instituciones donde laboran los investigadores consultados, por ejemplo el Departamento de cultura científica del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa que cuenta con un programa de divulgación y cultura científica, o la Universidad Nacional Autónoma de México que cuenta con un departamento de difusión de la cultura y otro para la vinculación con diversos sectores, entre ellos las organizaciones no gubernamentales, empresas, instituciones de educación superior y centros de investigación.

Según lo mencionó Gibbons, *et al.* (1997) las demandas de la sociedad para que el sistema de ciencia generara conocimiento socialmente útil, el establecimiento de convocatorias para financiar la investigación por parte de gobiernos y de fundaciones privadas, así como el cuestionamiento de la sociedad hacia la pertinencia de las investigaciones realizadas por los científicos propicio que varios científicos empezaran a realizar sus investigaciones en los contextos donde se presentaban los problemas cuya resolución les era demandada. La conjunción de todos los factores mencionados anteriormente, desembocó en un nuevo modo de generación de conocimiento, el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido (*Ibíd.*)

La complejidad de los problemas abordados hizo que los participantes en el nuevo modo de generar conocimiento científico utilizaran una combinación entre los tres tipos de investigación descritos para la ciencia académica, investigación básica, ciencia aplicada o desarrollo técnico, pues a veces bastaba con utilizar los conocimientos que integran el saber científico, pero otras veces era necesario desarrollar técnicas que permitieran la solución del problema tratado o llevar a cabo investigación básica que aportara al conocimiento de los fenómenos involucrados en dicho problema (Gibbons, *et al.*, 1997). En la Ilustración 28 se aprecia que el 12% de los entrevistados utilizan una combinación de los tres tipos de investigación mencionados anteriormente y por lo tanto trabajan bajo el modo de generación de

conocimiento socialmente distribuido. Sin embargo, en la misma ilustración también es posible apreciar que varios de los científicos que adscriben su investigación a alguna de las formas de la ciencia académica también están utilizando mecanismos de difusión (el 44%) y mecanismos de vinculación (el 55%) que se acercan más a la sociedad que a las formas tradicionales de la ciencia académica.

A pesar de lo mencionado anteriormente, las dos formas de generación de conocimiento tienen finalidades y por lo tanto formas de funcionar diferentes. En la ciencia académica el saber científico se desarrolla primero para ser utilizado después, siguiendo normalmente la cadena ya descrita con anterioridad o con algunos saltos que incluyen investigaciones que desarrollan conocimiento básico y aplicado o incluso pueden incorporar el desarrollo técnico, pero cuya característica sigue siendo la separación entre generadores de conocimiento científico y usuarios de dicho conocimiento (Gibbons, *et al.*, 1997). En tanto que el modo 2 tiene como sello particular el que el saber se desarrolla en el mismo contexto donde es utilizado, por lo tanto, no existe esa separación entre generadores y usuarios, pues todos los participantes tienen que colaborar en el proceso de generación de conocimiento, cada uno respondiendo a sus intereses y aportando al proceso sus capacidades (*Ibíd.*).

Desde este entendimiento, el conocimiento socialmente distribuido esta respondiendo mejor que la ciencia académica a las exigencias de la sociedad. En efecto, el conocimiento socialmente distribuido esta generando conocimiento socialmente útil y difundiénolo a la sociedad, es decir, cumpliendo los fines teleológicos mejorados de la ciencia académica. Pero además, el modo 2 esta transformando las capacidades de la sociedad, porque los participantes científicos y no científicos ponen en juego una mente crítica y la libertad de pensamiento necesarias para generar conocimiento fiable, como lo expreso Ziman (1980).

Sin embargo, el modo 2 lleva implícito un cuestionamiento hacia la ciencia académica, por lo tanto, los practicantes del modo 2 y sus investigaciones no son entendidos aún por la comunidad científica. La mayor parte de los integrantes de la comunidad científica aún mantiene la idea de que la sociedad

no tiene la capacidad para interactuar con los científicos en los procesos de generación de conocimiento debido a su desconocimiento o desvalorización del trabajo científico, de acuerdo a lo expresado por el 25% de los entrevistados (ver Ilustración 33). Así, el lugar que la sociedad debería ocupar dentro del sistema de ciencia y técnica debe ser o bien proporcionando los objetos o sujetos de estudio, como usuaria o beneficiaria de la investigación o cuando mucho como financiadora de la misma, a través de la presión que los gobiernos y las instituciones privadas ejercen con las convocatorias de financiamiento para la investigación, según se observa en la Ilustración 33. Sigue prevaleciendo la idea entonces, en el mejor de los casos, de una comunicación unidireccional para alfabetizar a la sociedad y en el peor, que los radios de acción de la ciencia y de la sociedad no coinciden y por lo tanto se justifica el aislamiento existente entre ellas.

¿Cómo ocurre entonces el cambio de un modo al otro, es decir, de la ciencia académica al conocimiento socialmente distribuido? Porque no basta con que los científicos concreten sus problemas de investigación a partir del conocimiento de una realidad específica o que incluso diversifiquen e intensifiquen el uso de mecanismos de difusión y vinculación para hacer llegar el conocimiento a la sociedad. De hecho, la situación anterior esta ya ocurriendo en la ciencia académica como puede observarse en la Ilustración 28; sin embargo, no basta para que el patrón de ciencia académica se transforme en uno donde la sociedad participa en el proceso de generación de conocimiento y por lo tanto se apropia de él durante dicho proceso. El cambio debe pasar indudablemente por una toma de conciencia por parte de los científicos de la responsabilidad social de la ciencia, pues de acuerdo a lo expresado por Ziman (1980) la búsqueda de la verdad nunca es neutral, como piensan algunos científicos.

Lo que sugieren los datos generados a partir de las entrevistas realizadas es que la incorporación de los fines teleológicos provisionales al proceso de investigación para mejorar la relación de la ciencia académica con la sociedad se esta haciendo rutinaria y por lo tanto esta creando nuevas relaciones sociales, tal como lo plantea Luckmann (1996). El proceso de creación de nuevas relaciones esta dando como resultado el modo 2 o generación de

conocimiento socialmente distribuido, con el cuál la ciencia esta cumpliendo la finalidad de proporcionar al hombre la posibilidad de un actuar social racional, es decir, de conocer, explicar, proyectas y prever su actuar de una manera responsable a la manera de lo expresado por Medina Echavarría (1944).

Los procesos antes descritos también pueden significar que los fines perseguidos por la investigación en la ciencia académica están cambiando. En efecto, el 23% de los científicos consultados coincide en que la finalidad de su trabajo de investigación no es ya la sólo publicación de las comunicaciones generadas; sino la generación de conocimiento socialmente útil, según se observa en la Ilustración 28 e Ilustración 29. El cambio mencionado ocurre lentamente y puede ser observado en los criterios relacionados con la interacción de los científicos en los grupos de investigación. La participación de los científicos en grupos de investigación; así como el tipo de investigaciones que se generen en dichos grupos son importantes, pues como los señalan Gibbons, *et al.* (1997) podrían aprovechar las ventajas que la colaboración conlleva en la reconfiguración del conocimiento que ya se ha generado y se esta difundiendo en el flujo de conocimiento que se establece como consecuencia del modo 2. Los científicos tienen que considerar que la dinámica de la sociedad actual esta posibilitando la integración de organizaciones que reconfiguran el conocimiento fundamental existente y luego lo venden en formas novedosas de conocimiento en mercados cada vez más amplios (*Ibíd.*) y que una de las fuentes de conocimiento que utilizan, es precisamente el conocimiento que los científicos generan. De esta manera, no valdría la pena preguntarse ¿A quién se esta beneficiando con la escasa reflexión sobre la responsabilidad social del trabajo que los científicos realizan? Pues ciertamente las sociedades mexicana y española no están a la cabeza de la creación de dichas industrias del conocimiento, como lo señalan los datos en cuanto a transformación del conocimiento científico en conocimiento socialmente útil.

Así, se requiere que los científicos generen habilidades para interactuar primero en grupos de investigación disciplinarios, para posteriormente poder participar en grupos de investigación multidisciplinaria y transdisciplinaria para finalmente estar en posibilidades de trabajar en los grupos de colaboración para la resolución de problemas característicos de la sociedad del

conocimiento, como las empresas de red, las alianzas de investigación y desarrollo, los clusters y los sistemas nacionales o regionales de innovación (Gibbons, et al., 1997 y OCDE, 2009a).

En la Ilustración 38 puede observarse que alrededor del 30% de los entrevistados respondió que los grupos con los que ha tenido contacto son las sociedades científicas o los proyectos de investigación de corto plazo; es decir, que tienen poca experiencia en el trabajo colaborativo, según se puede observar en la Ilustración 43. Cerca de la mitad de los científicos entrevistados ha participado en grupos de investigación institucional o interinstitucional o en redes de colaboración informal; es decir, que cuentan con mejores habilidades para interaccionar con otros investigadores en la generación de conocimiento científico; mientras que sólo el 12% ha trabajado en redes de colaboración interinstitucional por lo que han generado las capacidades necesarias para colaborar con instituciones no científicas en la búsqueda de soluciones en los contextos de interacción, tal como se aprecia en la Ilustración 43. La descripción hecha, deja ver que si bien los científicos han interactuado poco en grupos interinstitucionales e interdisciplinarios (como se puede ver en la Ilustración 38), por lo menos han tenido cierta experiencia en grupos de investigación.

Un ejemplo de cómo ocurre el proceso de generación del conocimiento en el modo 2 fue relatado por una de las científicas entrevistadas, quién investiga el uso de recursos forestales no maderables para promover su conocimiento, manejo y conservación. La entrevistada trabaja específicamente con un grupo de recolectoras de un recurso forestal no maderable, con quienes lleva a cabo una investigación que esta integrada por tres componentes, los aspectos ecológicos del recurso y el impacto sobre las poblaciones de dicho recurso que la recolección tiene; los elementos económicos relacionados con el uso del recurso, como por ejemplo la creación de una microempresa para la extracción de aceites esenciales, que permita a las recolectoras obtener mayores beneficios de la venta de un producto transformado y los aspectos sociales y culturales, pues el acceso a la recolección del recurso esta normado por las reglas comunitarias del uso de recursos naturales comunes.

La investigadora antes mencionada ha promovido la integración de un grupo de científicos de diferentes disciplinas que benefician al proyecto con su aportación de métodos y técnicas para el conocimiento de los diferentes aspectos involucrados en la problemática analizada y que a la vez se benefician con el conocimiento de los fenómenos que estudian en una realidad concreta. Por otra parte, la interacción que ocurre entre los científicos involucrados les demanda y les permite a la vez el desarrollo de un lenguaje primero interdisciplinario para arribar después a la creación de un lenguaje común que se convierte en transdisciplinario al no tener referencia en ninguna de las disciplinas de las cuáles provienen los científicos involucrados.

En el ejemplo precedente, puede ser analizado el proceso de investigación que como función de la racionalidad teleológica se lleva a cabo en el conocimiento socialmente distribuido, el primer elemento del proceso y por el cuál se diferencia de manera fundamental de la ciencia académica es la definición negociada del problema a investigar, como ya lo mencionaron Gibbons *et al.* (1997). En el ejemplo mencionado, la primera negociación transcurre entre las usuarias del recurso y la investigadora que esta promoviendo la investigación. Como se aprecia en la Ilustración 33, el 50% de los investigadores consultados que trabajan en el modo 2 señalaron que la sociedad participa en la definición de lo que se investiga; mientras que uno de los entrevistados manifestó que el sistema de ciencia y técnica no toma en cuenta a la sociedad para definir lo que se debe investigar.

La segunda negociación que la investigadora del ejemplo mostrado llevo a cabo es con los científicos que apoyaron o están trabajando en la investigación de los aspectos económicos y sociales del problema en cuestión, pues ella se encarga de aportar al estudio de los fenómenos ecológicos. La negociación mencionada es importante pues los investigadores invitados no siempre han desarrollado una serie de habilidades comunicativas y de comprensión que les permitan entender el problema planteado en el contexto en cuestión. El diseño de una propuesta de investigación en el modo 2 no se puede hacer incluyendo sólo los elementos de la disciplina que cada investigador domina, se tiene que construir una propuesta en la cuál los elementos se integren para contribuir al conocimiento del fenómeno en su totalidad y sobre todo, como el conocimiento

generado puede aportar a la solución del problema. Como ya lo señalaron Gibbons et al (1997) se tiene que arribar a la construcción de una comprensión teórica común, o lo que es lo mismo a la transdisciplina; sin embargo, la separación disciplinar, resultado de la especialización de la ciencia hace que el lenguaje entre disciplinas se vuelva un obstáculo para la colaboración. No obstante lo señalado anteriormente, el 62% de los científicos que participan en el modo 2 aseguro que colabora con redes interinstitucionales informales de investigación y en redes de colaboración interinstitucional (ver Ilustración 43) y el 75% de los grupos de investigación donde colaboran trabajan multidisciplinariamente o transdisciplinariamente según se puede observar en la Ilustración 38.

Por otra parte, la dificultad para interactuar entre científicos que corresponden a diferentes disciplinas fue expresada por los científicos entrevistados con relación a los criterios que dichos científicos emplean para decidir integrarse o colaborar con un grupo de investigación. En la Ilustración 44 se aprecia que la mayor parte de los entrevistados tanto en la ciencia académica como en el modo 2 mencionó, que al interactuar en grupo, busca la afinidad temática o de intereses y que sólo el 19% pone atención en la potenciación de la capacidad individual y la posibilidad de crear un lenguaje común.

Es precisamente en su interacción con las estructuras disciplinarias donde el conocimiento socialmente distribuido se enfrenta al conflicto. En efecto, el tipo de investigaciones llevadas a cabo por los participantes del modo 2 no siempre son entendidas por las estructuras disciplinares encargadas de realizar el control de calidad y veracidad del conocimiento científico generado. La totalidad de científicos entrevistados que realizan sus investigaciones en el modo 2, no utilizan técnicas cuantitativas de forma única (las más aceptadas por los revisores de las comunicaciones científicas), pues la complejidad de los fenómenos que estudian requieren de la utilización de una combinación de ambos tipos, técnicas cualitativas y técnicas cuantitativas como se aprecia en la Ilustración 40.

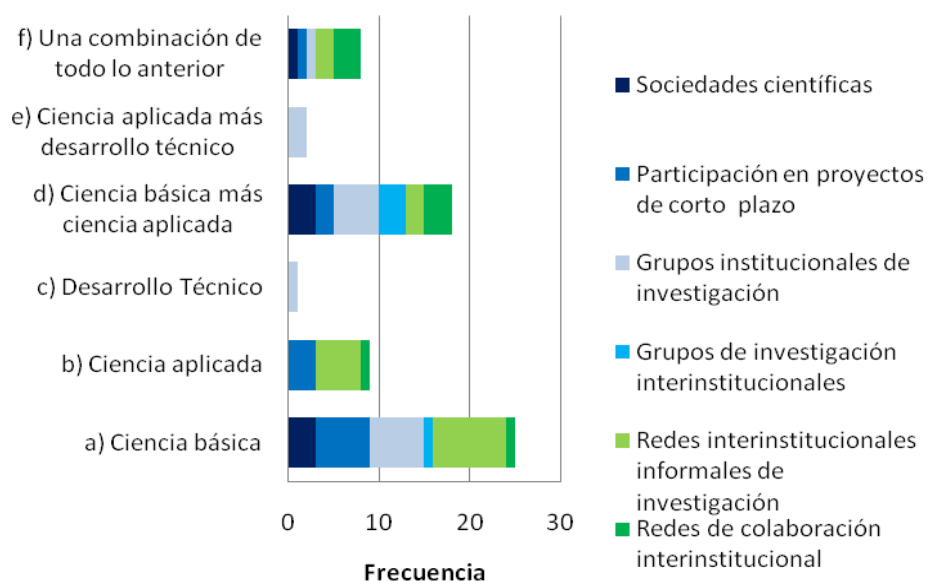


ILUSTRACIÓN 43 PARTICIPACIÓN DE CIENTÍFICOS EN GRUPOS DE INVESTIGACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

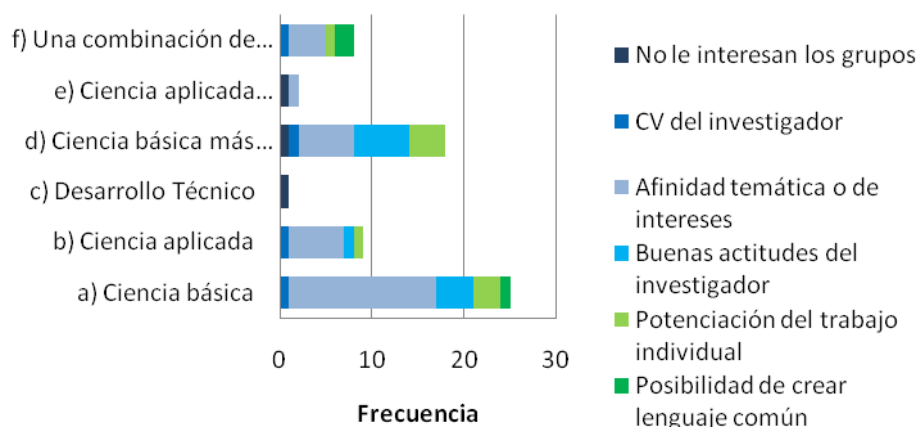


ILUSTRACIÓN 44. CRITERIOS EMPLEADOS POR LOS CIENTÍFICOS PARA INTEGRAR GRUPOS DE INVESTIGACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Del modo que se mencionó en líneas anteriores, los cambios en los métodos y técnicas de investigación son los más controlados y menos aceptados por las estructuras disciplinares. En vista de lo anterior, los participantes del modo 2 necesitan establecer fines teleológicos oportunistas relacionados con la solidez científica de los métodos utilizados en sus investigaciones para estabilizar su relación con dichas estructuras disciplinares. Por el momento, los científicos

que trabajan en el modo 2 dependen de que las estructuras disciplinares les provean de prestigio académico, elemento importante para los académicos cuando gestionan recursos económicos para realizar sus investigaciones, además de la posibilidad de contar con un entorno físico de trabajo más favorable. Por ejemplo, la pertenencia de un científico a una institución de investigación esta determinada por su éxito en la comunicación de sus investigaciones en el sistema de revistas especializadas. A pesar de que los científicos critican el uso de la bibliometría en la determinación de su contratación y en su posterior evaluación de desempeño y promoción, como ya fue mencionado en una encuesta que aplicó Nature a sus lectores, no plantean alternativas para el cambio (Abbot et al., 2010 y Van Noorden, 2010).

Debido a lo descrito en el párrafo anterior, es necesario que los practicantes del modo 2 definan fines teleológicos temporales, como los que propone Luhmann (1983) que establezcan su relación con las estructuras disciplinares. Sin embargo, el establecimiento de fines provisionales, se enfrenta a la necesidad de conjuntar los intereses sociales con los académicos, pues algunos de los colaboradores en el modo 2 no estarán de acuerdo en que la investigación se realice de una cierta forma para cumplir con los cánones requeridos por los revisores de artículos científicos. Lo enunciado anteriormente se refiere sobre todo a los elementos relacionados con la justificación y el establecimiento de controles en los métodos de investigación utilizados; más aún cuando eso se traduce en retrasos en la obtención de soluciones. El elemento anterior es importante si se considera que aún una tercera de los científicos que colaboran en el modo 2, mencionó a la citación por pares como la forma en que se genera consenso en el campo de conocimiento donde ellos trabajan, según se aprecia en la Ilustración 37, por lo tanto, científicos y participantes no científicos en el modo 2 se enfrentan a un conflicto de medios.

El conflicto precedente demandará mayor inventiva por parte de los científicos para poder diseñar métodos y técnicas que les permitan llevar a cabo la investigación, cumpliendo con los requerimientos que las revistas demandan y con los que el proceso social de la investigación les requiere, ya que ambos fines son ineludibles. Utilizando los términos empleados por Luckman (1996) para caracterizar a las relaciones que se establecen en la acción social, la

relación antes mencionada entre los colaboradores del modo 2, corresponde a la acción mediata reciproca; es decir, que se rige por los principios de reciprocidad en las perspectivas y en los motivos de los agentes participantes.

Cuando uno de los colaboradores no esta de acuerdo en cuanto a perspectivas y motivos, la relación no podrá ser negociada, ni proyectada, por lo tanto este es uno de los aspectos clave para el proceso de investigación en el modo 2, como lo apuntaron Gibbons *et al.* (1997). En este sentido, resalta que desde el sector de los científicos sólo el 4% este dispuesto a negociar con los participantes no científicos la perspectiva y los motivos de la investigación, de acuerdo con las respuestas proporcionadas por los entrevistados y según se observa en la Ilustración 33.

Otro de los principios que rigen la acción social mediata reciproca mencionado por Luckmann (1996) es el de la actuación sucesiva, es decir, el agente actúa pensando que el otro agente va a emitir una respuesta a su actuar, que posteriormente suscitará una reacción en el primer agente; pero también implica que cualquiera de los participantes en el proceso de investigación siempre puede cambiar su actuar, razón por la cuál los fines teleológicos provisionales cobran mayor importancia.

Por otra parte, en el modo 2, el establecimiento de fines teleológicos temporales es sumamente importante, ya que los científicos que participan en el se desenvuelven en contextos no sólo complejos sino cambiantes. Debido a lo anterior, la capacidad para establecer fines temporales ayudaría a los científicos que participan de este modo, no solo a mejorar su relación con las estructuras disciplinares, sino sobre todo a incorporar dicha capacidad como comportamientos duraderos susceptibles de ser reformulados por medio del aprendizaje de acuerdo con Luhmann (1983), como ya fue mencionado para el análisis de la ciencia académica.

Desde este entendimiento, existen fines teleológicos provisionales que el modo 2 tendrá que incorporar a sus procesos y estructuras de funcionamiento, de acuerdo a lo mencionado por Luhmann (1983). Uno de esos procesos es la aceptación por parte de las estructuras disciplinares del tipo de investigaciones multidisciplinarias y transdisciplinarias que los científicos que trabajan en el

modo 2 realizan. El diseño y puesta en práctica de métodos y técnicas de investigación que permitan el contraste entre diferentes tipos de información y el contraste con la realidad de los resultados de investigación generados, son dos de las formas que los científicos que trabajan en el modo 2 han desarrollado para incorporar a sus procesos de investigación los fines provisionales anteriormente mencionados de acuerdo a como se observa en la Ilustración 37.

En consecuencia, más del 80% de los entrevistados que trabajan en el modo 2 utilizan una combinación entre técnicas cuantitativas y cualitativas, conforme se observa en la Ilustración 40; situación que contrasta con la dominancia de las técnicas cuantitativas en la ciencia académica. Por otra parte, más del 60% de los científicos consultados que trabajan en el modo 2 expresaron que la forma de generar consenso en sus campos disciplinares consistía precisamente en el contraste entre diferentes tipos de información y el contraste con la realidad, de acuerdo a lo que se observa en la Ilustración 37. El segundo camino que los científicos que trabajan en el modo 2 han trabajado para integrar los fines teleológicos provisionales a los procesos de investigación, es la incorporación a las estructuras disciplinares del tipo de conocimiento generado mediante la combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas por medio de los criterios para la revisión de los artículos a ser publicados. Así, el 50% de los entrevistados que desarrollan su investigación en el modo 2 utilizan como criterios para revisar los artículos científicos que las revistas les envían la novedad del tema, la relevancia de la investigación y la experiencia de la que es producto, fenómeno que también puede ser visto en la Ilustración 36.

No obstante lo anterior, habrá otros fines provisionales que no tengan que institucionalizarse puesto que ello los llevaría a perder la capacidad de adaptación que los científicos que trabajan en éste nuevo modo de generación de conocimiento requieren. De acuerdo a lo mencionado por Gibbons, *et al.* (1997) la vida de los grupos formados para resolver los problemas es breve y sólo responde a la necesidad de resolver el problema, por lo que la acumulación de conocimiento, ocurre no en la organización sino en los individuos que lo convierten en conocimiento tácito que podrán poner en juego cuando resuelvan el siguiente problema en cuestión. Lo anterior podría

significar que la función que la institucionalización cumplía en la ciencia académica como memoria de la actuación colectiva esta siendo sustituida por la acumulación de conocimiento tácito por parte de los participantes en los procesos de generación de conocimiento científico y por lo tanto, aumentará con el tiempo la importancia de este tipo de conocimiento. En vista de lo antes expuesto, la institucionalización de las acciones y actos derivados de la investigación en el modo 2 de generación de conocimiento por medio de su incorporación a las estructuras puede no ser muy útil para ciertos elementos del proceso.

Las ventajas que arroja dicha institucionalización, según las menciona Luckmann (1996) no parecen tener ninguna utilidad y al contrario más bien podrían obstaculizar la movilidad de la acción. Por ejemplo, la seguridad de una alternativa ya probada, que es una de las ventajas que aportaba la institucionalización, esta siendo superada en el conocimiento socialmente distribuido puesto que las demandas son cada vez más especializadas y diversas, lo que provoca que si bien existan alternativas probadas nunca serán utilizadas de la misma forma en contextos y en momentos diferentes. Así mismo, la necesidad de tener que negociar continuamente la definición de la investigación que se llevará a cabo debido a que esta no se realizará hasta que se incluyan los intereses de los diversos actores participantes, dificulta la aplicación de reglas de actuación, por lo que la regulación de las acciones se hace más difícil. Lo mismo ocurre con la introducción de pasos similares que es la principal ventaja de la institucionalización de la acción, éstos serán diferentes cuando el contexto y los actores cambien, lo que hace que los practicantes científicos del modo 2 requieran del aprendizaje de habilidades diferentes de las que ponían en práctica en el modo uno o ciencia académica.

Al igual que en la ciencia académica, en el modo 2 la decisión programada esta incorporando los fines teleológicos provisionales, y de la misma forma que en la ciencia académica, son las estructuras disciplinares e institucionales las que obstaculizan que dicha incorporación se realice de forma más fácil y eficiente, de tal manera que el modo 2 pueda cumplir su función no sólo como proveedor de conocimiento a la sociedad, sino como desarrollador de la capacidad social para generar conocimiento que ya fue mencionada anteriormente. La situación

precedente retoma importancia ya que difícilmente la sociedad podrá hacer uso de los conocimientos generados si no desarrolla capacidades para valorar las diferentes alternativas ofrecidas por el conocimiento científico. Sin embargo, lo más importante es que la sociedad no pueda participar en el proceso de la generación de conocimiento, que además de proporcionarle información útil, le permite poner en juego a la razón para potenciarla, como ya lo señalo Varelo (2002).

Así, resalta la conclusión del trabajo realizado por Evans *et al.* (1999) con respecto a que la generación de conocimiento científico bajo el modelo de ciencia académica dificulta la participación de los ciudadanos en dicha definición, por lo cuál es importante entonces valorar las aportaciones del modo 2 o conocimiento socialmente distribuido en éste sentido, pues como lo afirman dichos autores, los ciudadanos demandan cada vez más participar en la definición de lo que hace falta investigar.

6.5.2. Las funciones de la generación de conocimiento científico en España y México, comparación de contextos

La comparación de la función de la ciencia entre países deja ver que la función de la ciencia como proveedora de conocimiento científico fiable sin considerar su utilidad social fue más acentuada en las opiniones de los científicos consultados en España que en México. En efecto, como se observa en la Tabla 42, cerca del 60% de los científicos españoles considera que la finalidad de su trabajo expresada en la contribución más importante del mismo lo constituye la generación de conocimiento disciplinario; más aún, el 50% de los españoles entrevistados expreso que el beneficio social de la investigación que realizan es la generación de conocimiento científico que incremente la cantidad de lo que la humanidad conoce.

En concordancia con lo anteriormente mencionado, los mecanismos de distribución del conocimiento científico que utilizan los científicos españoles

están más relacionados con los canales tradicionales de socialización académica del conocimiento científico, aunque el 35% de los científicos entrevistados participan activamente en actividades de difusión de la cultura científica para que la ciencia cumpla su papel de proveedora de conocimiento a la sociedad, como se puede observar en la Tabla 42. En efecto, el 55% de los científicos españoles entrevistados manifestó que el principal mecanismo para difundir sus investigaciones son las publicaciones especializadas (revisar la Tabla 42); mientras que para el 30% de los entrevistados, los mecanismos de vinculación académica como el asesoramiento a comités especializados y la participación en redes de conocimiento sigue siendo muy importante, según se aprecia en la mencionada Tabla 42.

Es importante mencionar que las redes de conocimiento en las cuáles participan los científicos españoles, cumplen una doble función, por un lado, se espera que funcionen como activadoras y potenciadoras de la interacción entre los grupos de académicos para que sean aprovechados al máximo los recursos que para realizar las investigaciones poseen dichos grupos. Sin embargo, la principal función es la de fomentar las investigaciones interdisciplinarias y multidisciplinarias, para aumentar las interacciones entre los grupos de investigación y los usuarios del conocimiento científico.

Ejemplo de las redes mencionadas son los centros de investigación biomédica en red (CIBER) impulsados por el Instituto de Salud Carlos III. Los objetivos de los CIBER son la gestión de las estructuras de investigación en red, la difusión de recursos y resultados para su utilización conjunta por las instituciones participantes y fomentar y coordinar la investigación traslacional (acciones que posibilitan la incorporación del conocimiento generado en la investigación a la práctica clínica) y multidisciplinar en problemas de salud. Es decir, que a los objetivos académicos como el intercambio de información entre los grupos de investigación participantes, se unen objetivos relacionados con el uso del conocimiento por parte de la sociedad, como lo es la investigación traslacional. Para la presente investigación, los CIBER son considerados como un mecanismo de vinculación más relacionado con la ciencia académica que con la distribución social del conocimiento, debido a que, hasta el momento han fomentado mucho más el intercambio académico que el intercambio con los

usuarios del conocimiento científico, de acuerdo a lo manifestado por los científicos entrevistados.

Por su parte, si bien el 86% de los científicos mexicanos entrevistados señaló que realiza sus investigaciones en alguna modalidad de la ciencia académica, por los cambios que dichos científicos han introducido en la forma en que concretan los problemas de investigación que estudian, así como en los mecanismos de distribución social del conocimiento que utilizan, las funciones de la investigación científica en México se encuentran menos cercanas al ideal de la “ciencia pura” (Rubén, 1993-1994) que en el caso español. Así, solo el 34% de los científicos mexicanos consultados expresaron que su principal contribución es la generación de conocimiento disciplinar y de igual manera sólo el 13% de dichos científicos con quienes se conversó para la presente investigación afirmaron que el principal beneficio social de su trabajo es el conocimiento científico generado, de acuerdo a como se observa en la Tabla 42.

Por lo que respecta a los mecanismos de distribución social del conocimiento o salidas del sistema, que utilizan los científicos mexicanos, estas se encuentran más relacionadas con la sociedad que con los canales clásicos de distribución del conocimiento de la ciencia académica; en la Tabla 42 es posible apreciar que los principales mecanismos de difusión que utilizan los científicos mexicanos entrevistados son la formación de recursos humanos, las publicaciones y reuniones no académicas y los servicios científicos, que en conjunto integran más del 60% de las respuestas de este grupo. Los mecanismos de vinculación más importantes para los científicos mexicanos a quienes se entrevistó fueron los servicios científicos y las redes para la resolución de problemas, cuya agregación, según se observa en la Tabla 42, suma el 60% de las respuestas dadas por dichos científicos.

Otra función importante que cumple la generación de conocimiento científico en México es la de formar recursos humanos especializados, mencionada por el 30% de los mexicanos entrevistados y sólo por el 14% de los científicos españoles, según se observa en la misma Tabla 42. Lo anterior significa que además de la función de actividad decisoria para llevar a cabo el proceso de

investigación, la racionalidad teleológica también es empleada con importancia en el proceso de docencia sobre todo a nivel de posgrado en México.

TABLA 42. FINALIDAD DE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EXPRESADA POR LOS CIENTÍFICOS ENTREVISTADOS EN ESPAÑA Y EN MÉXICO.

Indicador	Categorías	Total	España	México
Contribución más importante	Conocimiento disciplinario	47.6	58.8	34.5
	Conocimiento interdisciplinario	12.7	7.9	10.3
	Replanteamiento teórico del fenómeno	9.5	4.8	10.3
	Formación de recursos humanos	6.3	0.0	13.8
	Conocimiento para resolver problemas específicos	23.8	9.5	31.0
Beneficio social	Conocimiento científico	33.3	50.0	13.8
	Ahorro en costes de investigación	7.9	2.9	13.8
	Difícil de cuantificar	3.2	2.9	0.0
	Formación de recursos humanos	22.2	14.7	31.0
	Conocimiento para resolver problemas específicos	19.0	23.5	17.2
	Servicios científicos y difusión	1.6	2.9	3.4
	Gestión de problemática social concreta	6.3	0.0	13.8
	Valoración de grupos y conocimientos marginados	4.8	2.9	6.9
Mecanismos de difusión	Publicaciones especializadas	38.1	55.9	17.2
	Reuniones académicas	7.9	2.9	20.7
	Formación de recursos humanos	9.5	0.0	20.7
	Publicaciones y reuniones no especializadas	34.9	35.3	27.6
	Servicios científicos	9.5	5.9	13.8
Mecanismos de vinculación	Publicaciones especializadas	12.7	9.5	3.2
	Comités asesores	3.2	1.6	1.6
	Redes de conocimiento	17.5	17.5	0.0
	Publicaciones y reuniones no especializadas	11.1	6.3	4.8
	Divulgación en educación básica	4.8	0.0	4.8
	Servicios científicos	27.0	9.5	17.5
	Redes para la resolución de problemas	20.6	9.5	11.1
	Gestión de problemáticas concretas	3.2	0.0	3.2

Fuente: elaboración propia.

El mayor dominio del enfoque de la ciencia académica en España y por lo tanto de la función de la ciencia como proveedora de información y la de la sociedad, en el mejor de los casos, como usuaria de la misma se puede explicar a partir

de cómo conceptúan los científicos españoles su relación con la sociedad. Para el 32% de los científicos españoles consultados, la sociedad no valora o desconoce lo que la investigación científica hace (ver Ilustración 45) y por lo tanto como lo explica Luckman (1995) se encuentra fuera de su radio de acción, dando como resultado una relación mediata unidireccional. El desinterés antes mencionado puede ser constatado en la forma en que los científicos españoles definieron los problemas de investigación con los que trabajan, así como en la manera en que perciben a la sociedad y por supuesto en los mecanismos de distribución social del conocimiento que utilizan.

La mayor parte de científicos españoles entrevistados realiza sus investigaciones o bien en ciencia básica (39%) o en una combinación de ciencia básica y ciencia aplicada (29%), que en conjunto suman el 73% de las respuestas de este grupo (ver Ilustración 48), es decir, que la mayoría de los entrevistados trabaja bajo el enfoque de ciencia académica. En contraste, sólo el 11% de los científicos españoles entrevistados trabaja de la forma que es característica del modo 2, como se puede apreciar en la Ilustración 45.

Por otra parte, el 50% de los científicos españoles concretaron sus problemas de investigación a partir de intereses cognitivos, situación que se refleja en la Ilustración 46; mientras que el 55% considera que la principal contribución de su trabajo es la generación de conocimiento científico, como se aprecia en la Ilustración 47; así como sólo el 32% considera que el beneficio social de sus investigaciones se encuentra en un beneficio directo a la sociedad (ver Ilustración 48). Los mecanismos de difusión que utilizan el 55% de los entrevistados españoles son los tradicionales de la ciencia académica, es decir, que sólo llevan a cabo una divulgación a la comunidad científica, como se aprecia en la Ilustración 49. Mientras que sólo el 35% utiliza mecanismos de vinculación directa con la sociedad, según se aprecia en la Ilustración 50.

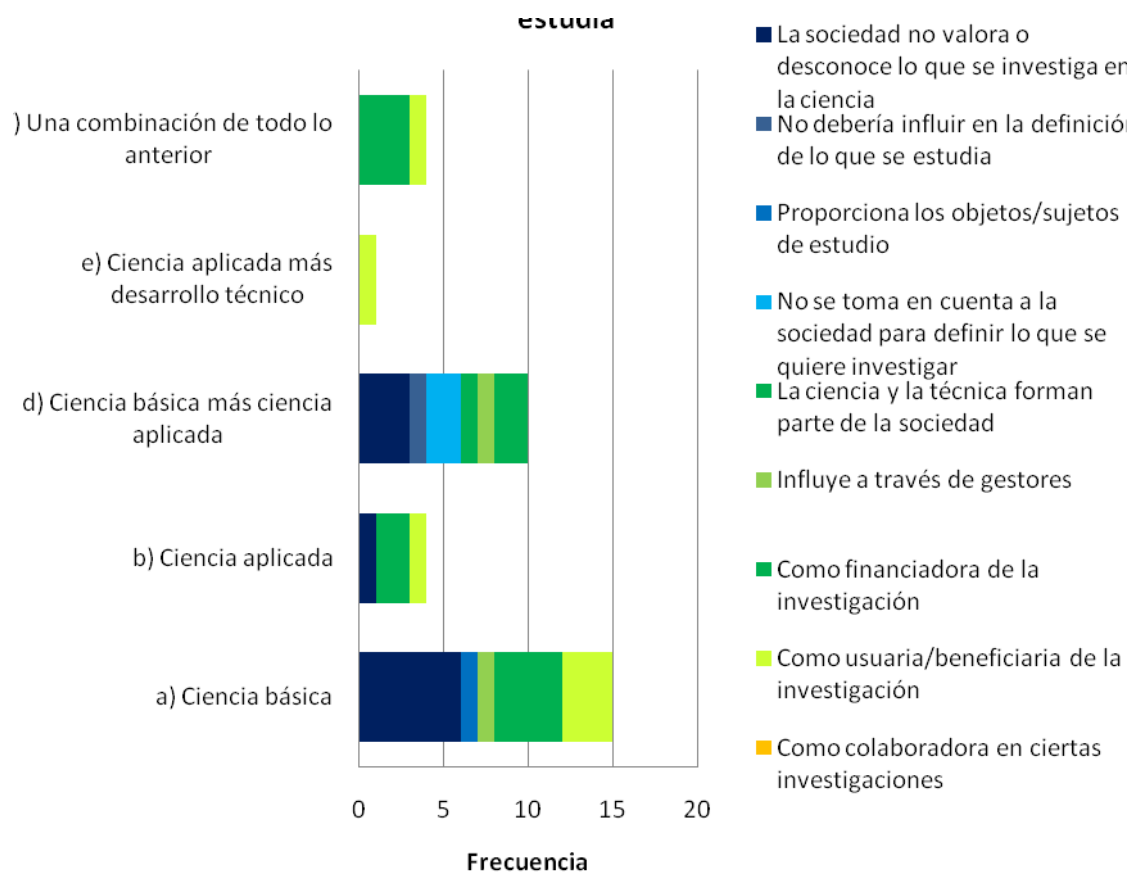


ILUSTRACIÓN 45. INFLUENCIA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA EN LA DEFINICIÓN DE LO QUE SE ESTUDIA EN CIENCIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

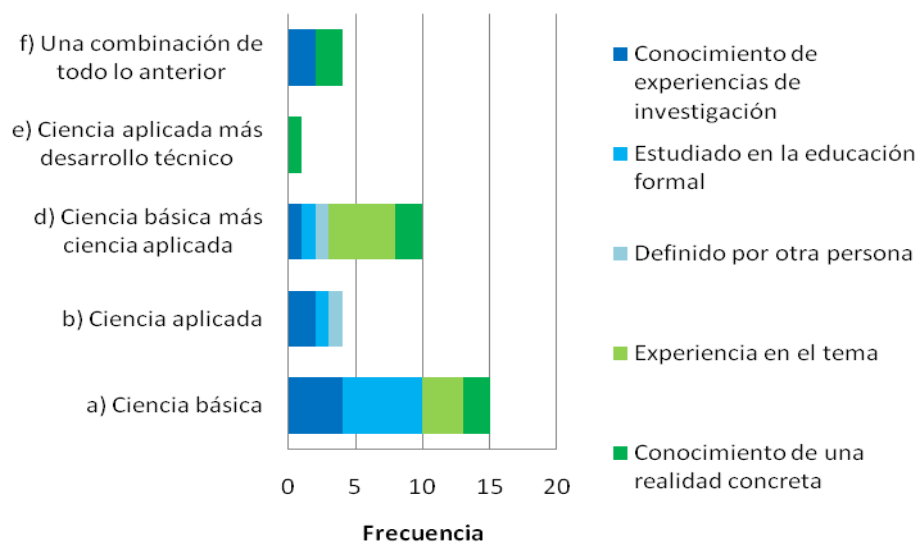


ILUSTRACIÓN 46. CÓMO SE CONCRETA EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

No obstante lo anterior, la sociedad ha demandado a los científicos españoles su participación como proveedores de información, en la solución puntual de problemas específicos o la contratación por medio de consultoría. En efecto, el 82% de los entrevistados afirmo haber sido consultados por la sociedad en alguna de las categorías antes mencionadas, tal como se observa en la Ilustración 51. La contradicción antes mencionada podría tener una explicación en la desvalorización a su vez por parte de los científicos de la relación ciencia sociedad; es decir, que los científicos españoles al no sentirse valorados por la sociedad, ellos a su vez, deciden no valorar como importantes las demandas que reciben de dicha sociedad. En la Ilustración 52 es posible apreciar que cerca del 60% de los científicos españoles consultados considera que no tienen influencia sobre la sociedad y sólo el 35% de ellos piensan que tienen influencia los científicos que cuentan con notoriedad.

Por lo anteriormente expresado, es posible inferir la escasa vinculación entre los elementos que integran el proceso de investigación en la ciencia académica en España para generar conocimiento socialmente útil. Es decir, que la investigación que los científicos entrevistados hacen, como algunos de ellos mencionaron, algún día llegará a ser útil para la sociedad. Sin embargo, dicha utilidad llegará más tarde que temprano al no existir las conexiones entre los elementos del proceso que permitan aprovechar los 514,000 artículos científicos publicados por los científicos españoles entre 1996 y 2009 (SCIMAGO, 2010). Los científicos españoles al no participar en la incorporación de sus descubrimientos al flujo de información que finalmente llegará a la sociedad no son conscientes de su responsabilidad social y de la influencia que su acción u omisión esta teniendo sobre la sociedad.

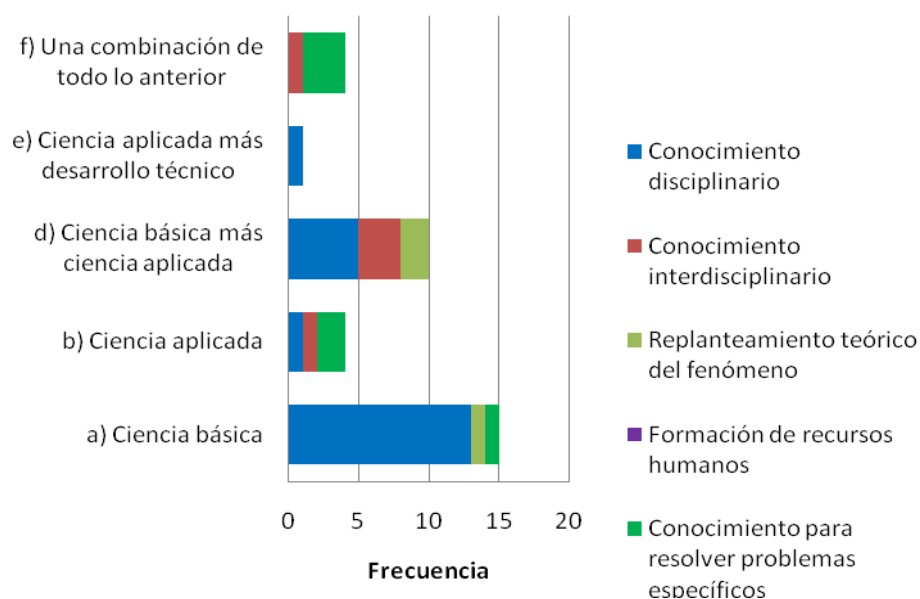


ILUSTRACIÓN 47. PRINCIPAL CONTRIBUCIÓN DE LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

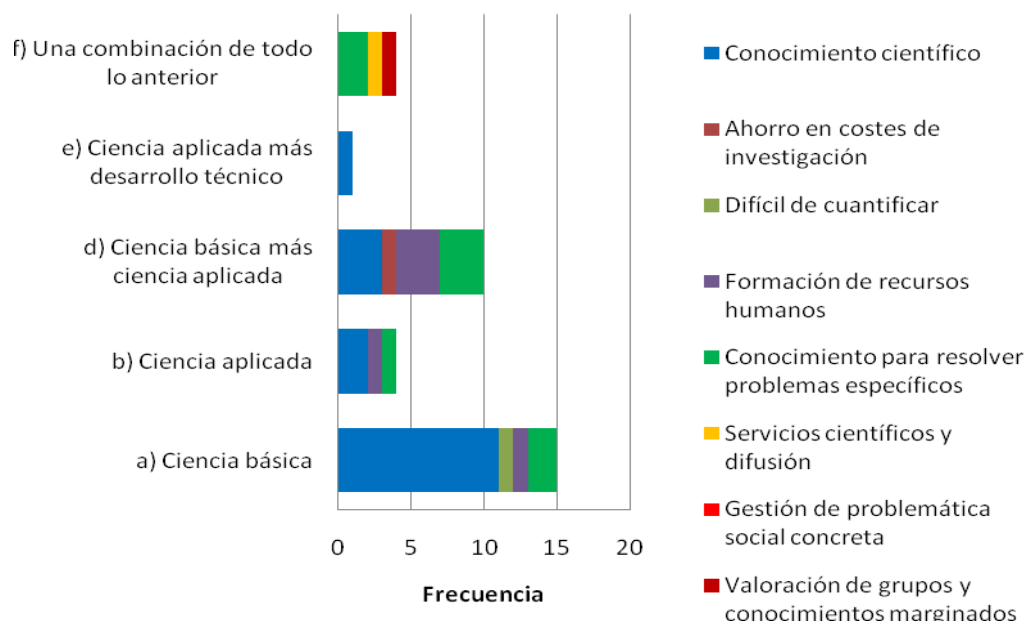


ILUSTRACIÓN 48. BENEFICIOS SOCIALES DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

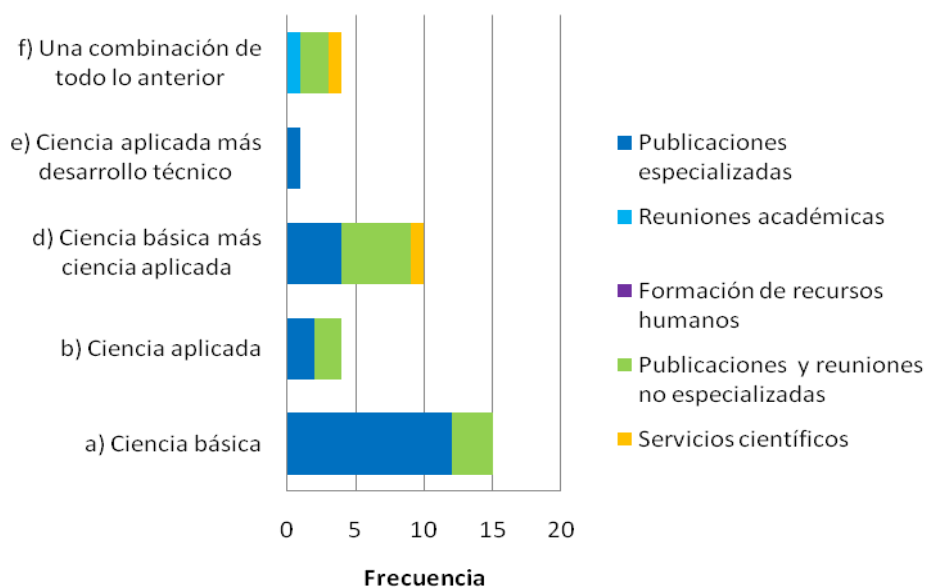


ILUSTRACIÓN 49. MECANISMOS DE DIFUSIÓN UTILIZADOS POR LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

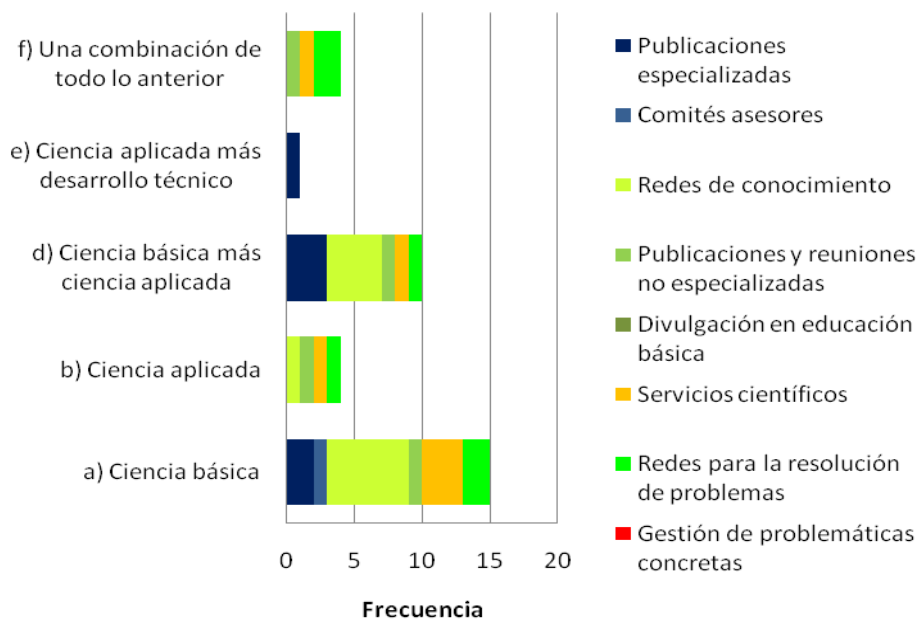


ILUSTRACIÓN 50. MECANISMOS DE VINCULACIÓN UTILIZADOS POR LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

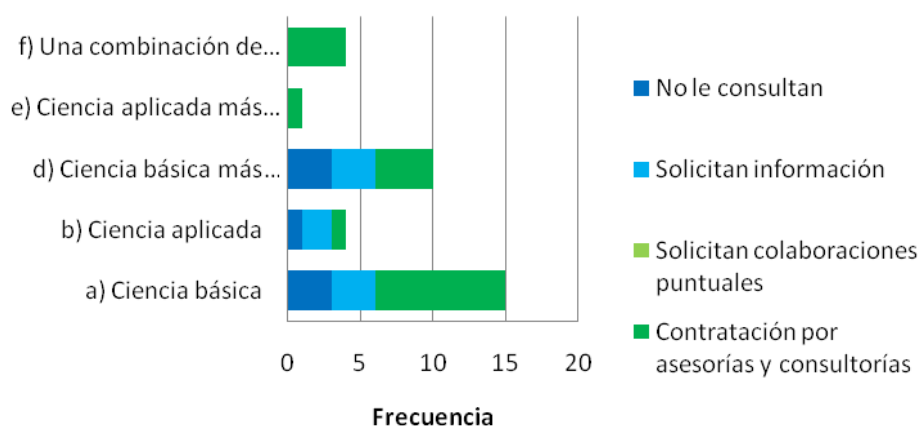


ILUSTRACIÓN 51. FORMA EN QUE LA SOCIEDAD HA SOLICITADO LA PARTICIPACIÓN DE LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

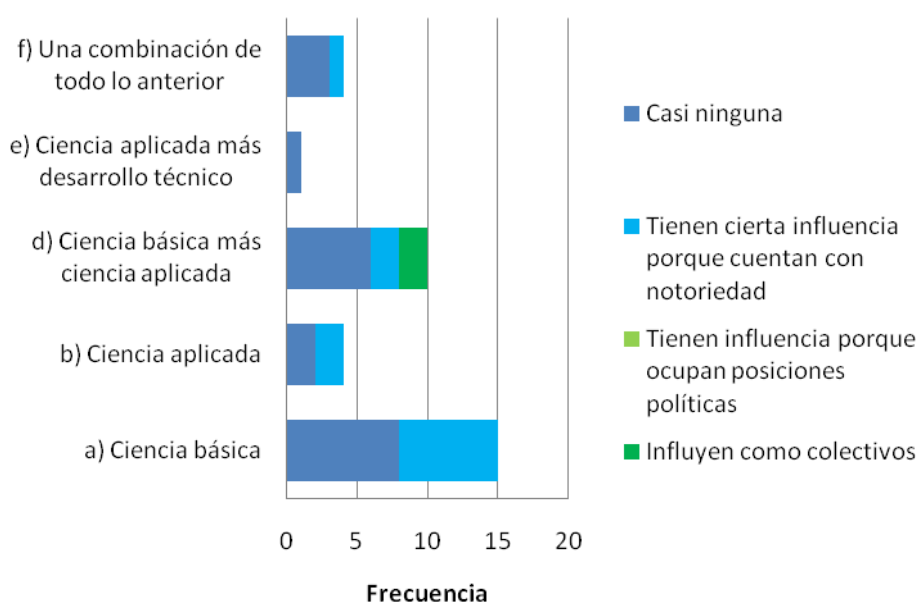


ILUSTRACIÓN 52. INFLUENCIA DE LOS CIENTÍFICOS EN LA SOCIEDAD ESPAÑOLA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

De esta manera, la ciencia académica en España tiene la urgente necesidad de definir fines teleológicos provisionales que le permitan hacer llegar el conocimiento que generan a la sociedad, para estabilizar su relación con la misma. Pero sobre todo los científicos que trabajan en éste modo de generación de conocimiento, necesitan definir fines teleológicos provisionales para vincular las diferentes etapas del proceso de generación de conocimiento

científico y posteriormente incorporarlos a sus procesos de investigación y las estructuras disciplinares e institucionales, de tal forma que los flujos de conocimiento e interacción entre los grupos académicos y de la academia hacia la sociedad se incrementen. Como ya se mencionó, las redes de conocimiento como los CIBER, la semana de la ciencia, y las diversas iniciativas de gobiernos e instituciones académicas y de la sociedad civil organizada están trabajando en éste sentido; sin embargo, la falta de conciencia de los científicos sobre su responsabilidad social puede ser un serio obstáculo para que decidan por voluntad propia incorporarse a las iniciativas antes mencionadas.

México sigue la misma tendencia que se presenta en España con respecto a la dominación del enfoque de ciencia académica, solo que sus porcentajes son menores; por ejemplo, el 34% de los científicos mexicanos entrevistados delimitó su investigación dentro de la ciencia básica, el 27% en ciencia básica y ciencia aplicada y solo 13% en el enfoque del conocimiento socialmente distribuido, según se observa en la Ilustración 53.

La desvinculación entre los elementos del proceso de generación de conocimiento para que este llegue a la sociedad también es similar a la situación de la ciencia académica en España; sin embargo, existen diferencias con el caso español, con respecto a la forma en que los científicos mexicanos conceptúan su relación con la sociedad y por lo tanto con la función que la ciencia cumple dentro de la misma. Por ejemplo, para el 50% de científicos mexicanos entrevistados la sociedad debería ser considerada en el sistema de ciencia y técnica, en un gradiente que va desde su contacto con dicho sistema a través de gestores para que éstos accedan al conocimiento generado por los científicos en los formatos de distribución social usados por la ciencia académica hasta la inclusión de la participación de actores de la sociedad en las investigaciones que se realizan, como se puede apreciar en la Ilustración 53. Destaca así mismo, que el 20% de los científicos mexicanos entrevistados haya estado de acuerdo con este último planteamiento, pues en el caso Español, no hubo ninguna mención en ese sentido, como se observa en la misma Ilustración 53.

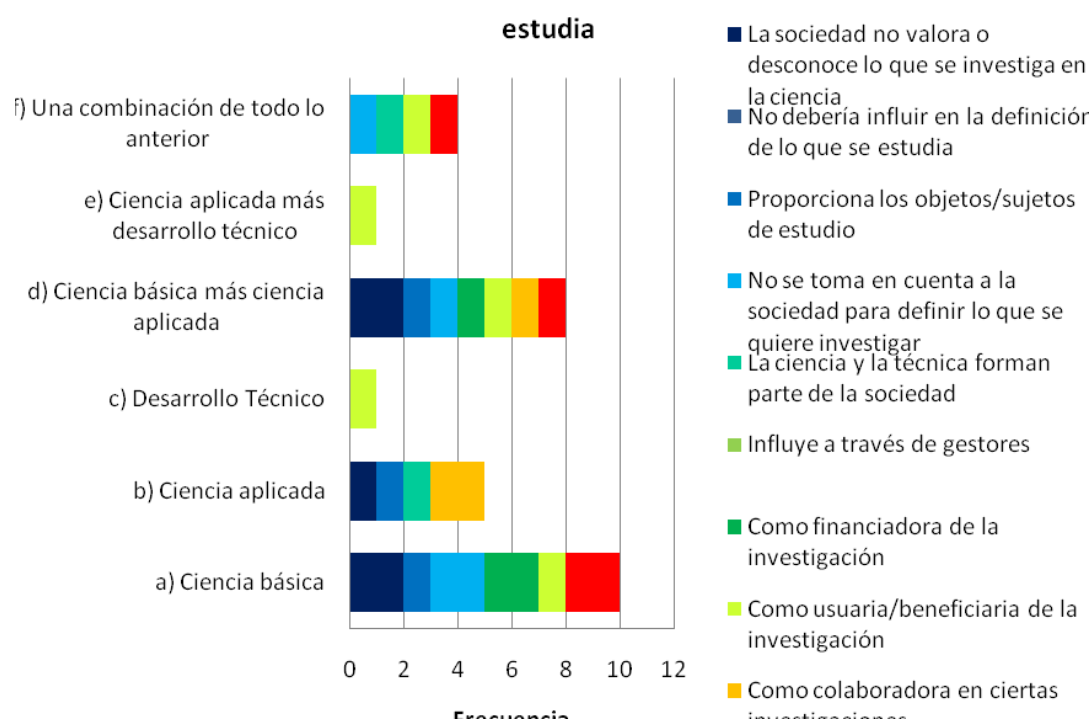


ILUSTRACIÓN 53. INFLUENCIA DE LA SOCIEDAD MEXICANA EN LA DEFINICIÓN DE LO QUE SE ESTUDIA EN LA CIENCIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

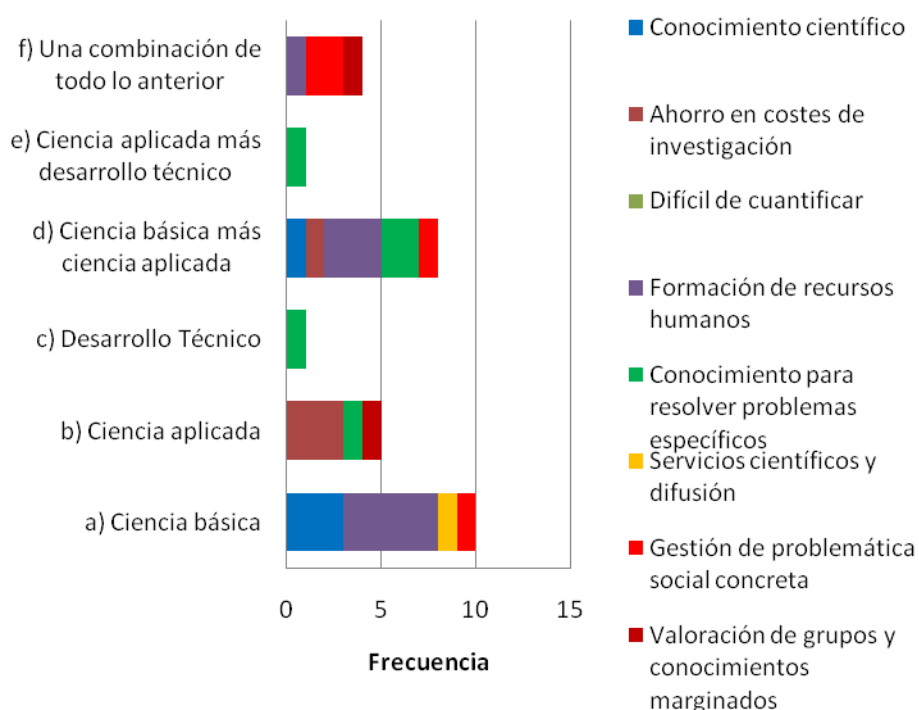


ILUSTRACIÓN 54. BENEFICIOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Lo mencionado anteriormente también refleja, que los científicos mexicanos entrevistados tienen una mayor conciencia de la responsabilidad social que tiene la labora que llevan a cabo, por la cuál trabajan en el establecimiento de flujos de conocimiento a la sociedad. En efecto, los científicos mexicanos dieron en varias de sus respuestas mayor énfasis a la utilidad social del conocimiento que generan que los científicos españoles. Por ejemplo, el 50% de científicos que trabajan en la ciencia académica consideran que el beneficio social de su trabajo son acciones que tienen un impacto directo sobre la sociedad como la formación de recursos humanos, el conocimiento para resolver problemas específicos, los servicios científicos, la gestión de una problemática social concreta y la valoración de grupos y conocimientos marginados, como se aprecia en la Ilustración 54.

En concordancia con lo anterior el 47% de los científicos mexicanos que trabajan en ciencia académica concretaron sus problemas de investigación a partir de la experiencia en el tema y del conocimiento de una realidad concreta y no a partir del intereses cognitivos, como sucedió con los investigadores españoles y según se puede apreciar en la Ilustración 55. Es importante recordar que la investigación científica será de utilidad para la sociedad siempre y cuando se estudien los problemas que enfrentan los ciudadanos de acuerdo como fue mencionado por Bunge (1997), Planck (2000) y Ziman (1980). En este sentido, la investigación que realizan los científicos mexicanos podría tener mayores posibilidades de cumplir con la función asignada a la ciencia académica como proveedora de conocimiento científico útil a la sociedad, siempre y cuando se utilicen los canales adecuados para la distribución de dicho conocimiento.

Los mecanismos de difusión utilizados por los científicos españoles y mexicanos también presentan diferencias, pues mientras los usados por los primeros se encuentran más relacionados con la distribución tradicional de la ciencia académica; los empleados por el 50% de los científicos mexicanos se encuentran más vinculados con la distribución del conocimiento científico a la sociedad, como se aprecia la Ilustración 56. Por lo que respecta a la direccionalidad de la comunicación que dichos mecanismos de difusión promueven, el 94% de los científicos españoles utilizan mecanismos

unidireccionales, mientras que sólo el 65% de los mexicanos entrevistados hacen uso de este tipo de mecanismos, tal cual se observa en la Ilustración 49 y en la Ilustración 56.

Por otra parte, en la Ilustración 57 se puede observar que cerca del 80% de los científicos mexicanos entrevistados utiliza mecanismos de vinculación de relación directa con la sociedad. Aunado a lo anterior, el 69% de los mexicanos entrevistados mencionó el uso de mecanismos de vinculación que posibilitan la bidireccionalidad en la comunicación; contrario a lo que ocurre con los científicos españoles pues sólo el 35% de los entrevistados dijo utilizar mecanismos de vinculación que posibilitan este tipo de comunicación, según se puede apreciar en la Ilustración 50 y en la Ilustración 57.

Por otra parte, cerca del 80% de los científicos mexicanos entrevistados ha recibido demandas de la sociedad para colaborar, ya sea proporcionando información, resolviendo algún problema puntual o brindando asesorías o consultorías, como se puede ver en la Ilustración 58. Es decir, que no sólo ha habido esfuerzos por parte de los científicos mexicanos para generar conocimiento socialmente útil; sino que también de parte de la sociedad, se han planteado formas de interrelación para poder acceder al conocimiento generado en el sistema de ciencia y técnica. De hecho alrededor del 50% de los científicos mexicanos entrevistados considero que los científicos tienen cierta influencia sobre la sociedad; aunque sólo el 17% atribuye dicha influencia a un trabajo colectivo, Mientras que para el 35% sólo tienen influencia los científicos que cuentan con notoriedad o aquellos que ocupan posiciones políticas (ver Ilustración 59).

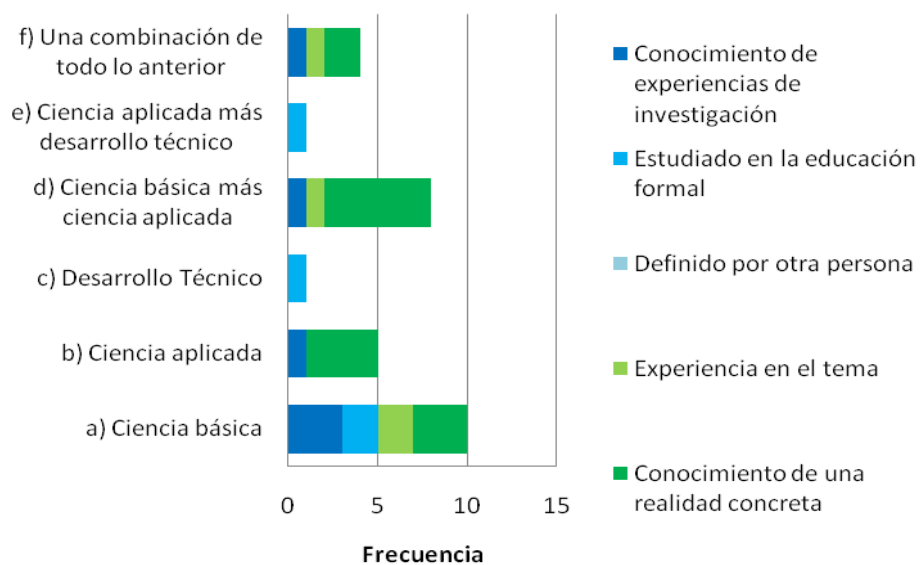


ILUSTRACIÓN 55. CÓMO SE CONCRETA EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

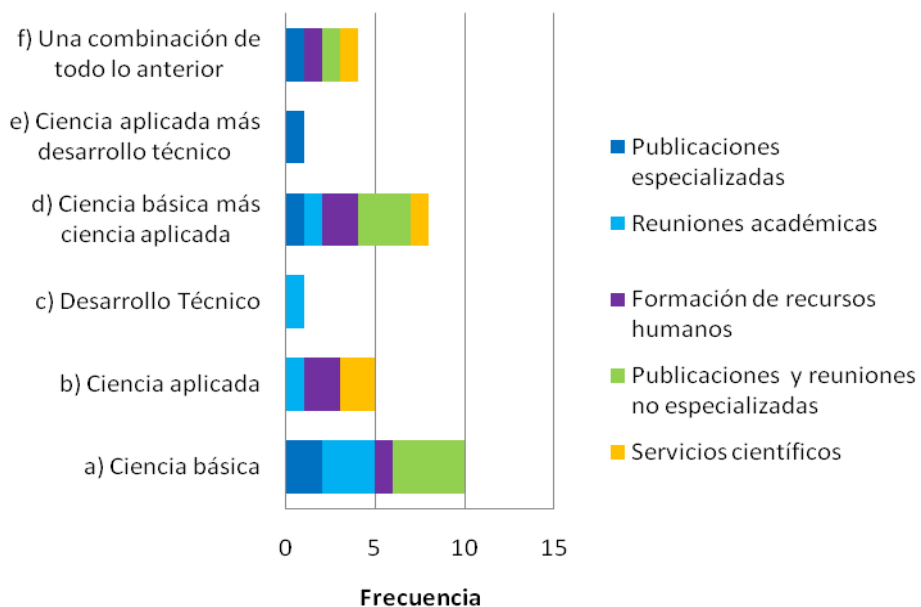


ILUSTRACIÓN 56 MECANISMOS DE DIFUSIÓN UTILIZADOS POR LOS CIENTÍFICOS EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

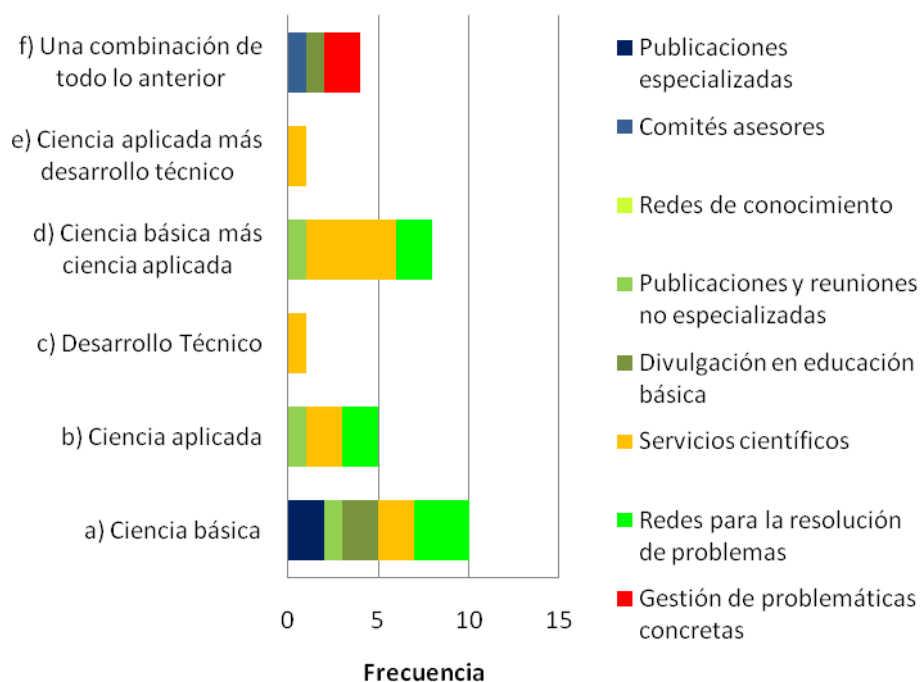


ILUSTRACIÓN 57. MECANISMOS DE VINCULACIÓN UTILIZADOS POR LOS CIENTÍFICOS EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

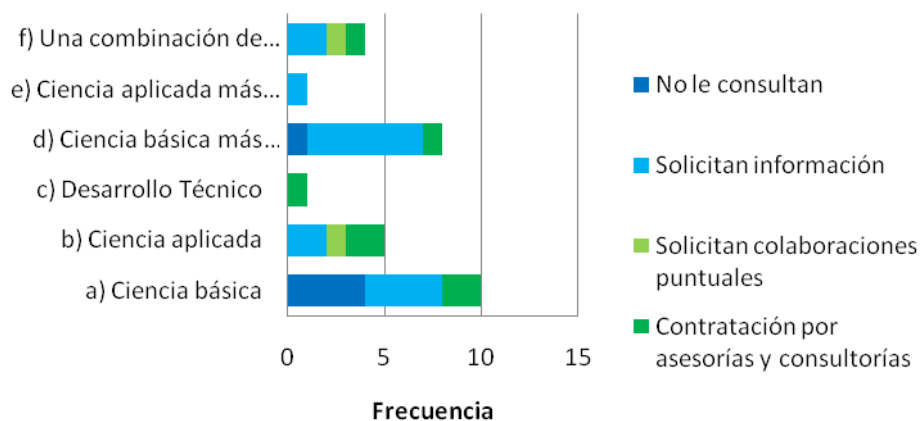


ILUSTRACIÓN 58. FORMA EN QUE LA SOCIEDAD HA SOLICITADO LA PARTICIPACIÓN DE LOS CIENTÍFICOS EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

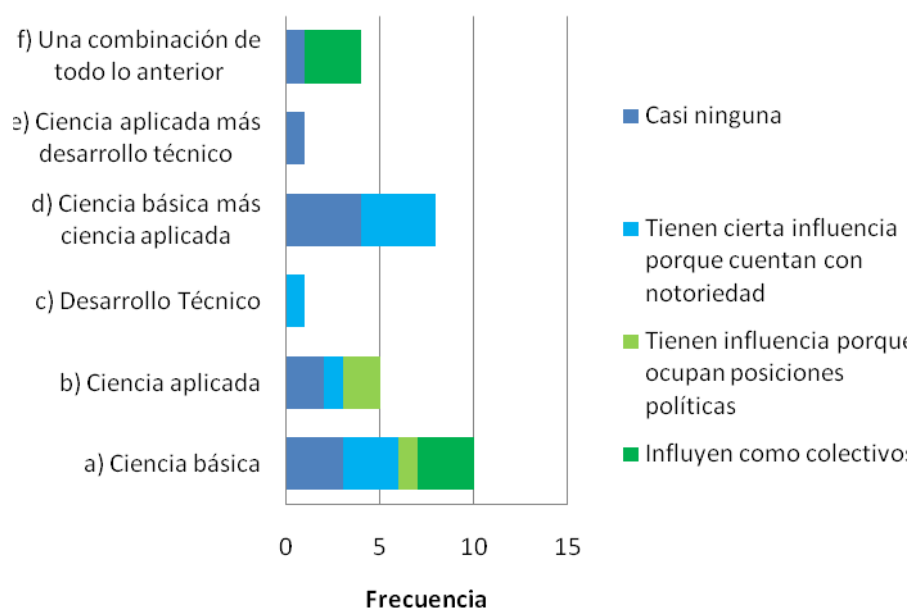


ILUSTRACIÓN 59. INFLUENCIA DE LOS CIENTÍFICOS EN LA SOCIEDAD MEXICANA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Las reflexiones antes mencionadas dejan ver que los científicos mexicanos si bien tienen una mayor concienciación de la responsabilidad social de su trabajo y han hecho algunos esfuerzos por incorporar mecanismos de distribución social del conocimiento para que este llegue a la sociedad; éstos no han sido suficientes, pues de acuerdo con la OCDE (2009b) la innovación basada en investigación y desarrollo es muy baja en México.

Debido a lo anteriormente expuesto, en el caso mexicano, parece que la función de la ciencia como proveedora de conocimiento científico no es suficiente para tener impacto en la sociedad. Las relaciones entonces entre investigación, desarrollo e innovación son más complejas porque la sociedad a la que van dirigidas presenta mayores desequilibrios que la sociedad española. Es decir, que el sistema mexicano de ciencia y técnica necesita definir fines teleológicos que le permitan ya no llevar a cabo una mejor difusión del conocimiento científico a través de los canales tradicionales para la transferencia de tecnología, puesto que dichos canales no tienen la influencia esperada en la sociedad mexicana; sino tendría que explorar otro tipo de relaciones.

En consecuencia, se hace necesario revisar la influencia de la estructura normativa (disciplinaria e institucional) que rige y orienta el proceso de investigación que llevan a cabo los científicos entrevistados. Por ejemplo, los criterios institucionales para integrar grupos de investigación podrían ser favorables o desfavorables para la incorporación de los fines teleológicos relacionados con una mejor integración de las etapas que forman el proceso de generación de conocimiento científico hasta que este se pone a disposición de la sociedad. Es posible ver en la Ilustración 60 que cerca del 70% de los científicos españoles entrevistados mencionó la ausencia de criterios institucionales o la presencia de criterios administrativos (47%) para integrar grupos de investigación, es decir, que esto se deja a iniciativa de los científicos y como se puede ver en la misma Ilustración 60 sólo un cuarto de los científicos entrevistados mencionó que la integración de grupos de investigación se lleva a cabo en las instituciones donde laboran por la iniciativa de ellos mismos.

En el caso de México, el 20% de los científicos entrevistados mencionaron que no existen criterios institucionales para integrar grupos de investigación en sus instituciones y únicamente el 30% dijo que existen dichos criterios pero sólo tienen una finalidad administrativa; mientras que sólo el 17% considero que los grupos de investigación en las instituciones donde trabajan se habían formado ante su iniciativa, según se puede ver en la Ilustración 61. No obstante lo anterior, México presenta un punto favorable, puesto que el 20% de los científicos entrevistados de este país expreso que las instituciones donde laboran habían promovido la integración de grupos de investigación para resolver problemas específicos (ver Ilustración 61), lo cuál solo fue mencionado por el 5% de los entrevistados españoles, como se aprecia en la Ilustración 60.

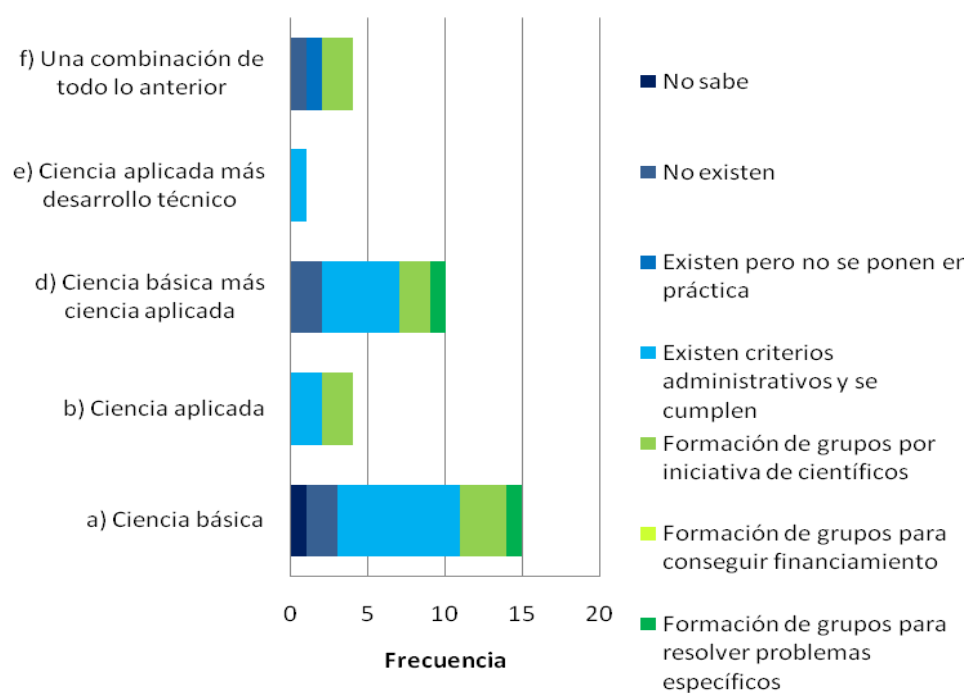


ILUSTRACIÓN 60.CRITERIOS INSTITUCIONALES PARA INTEGRAR GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

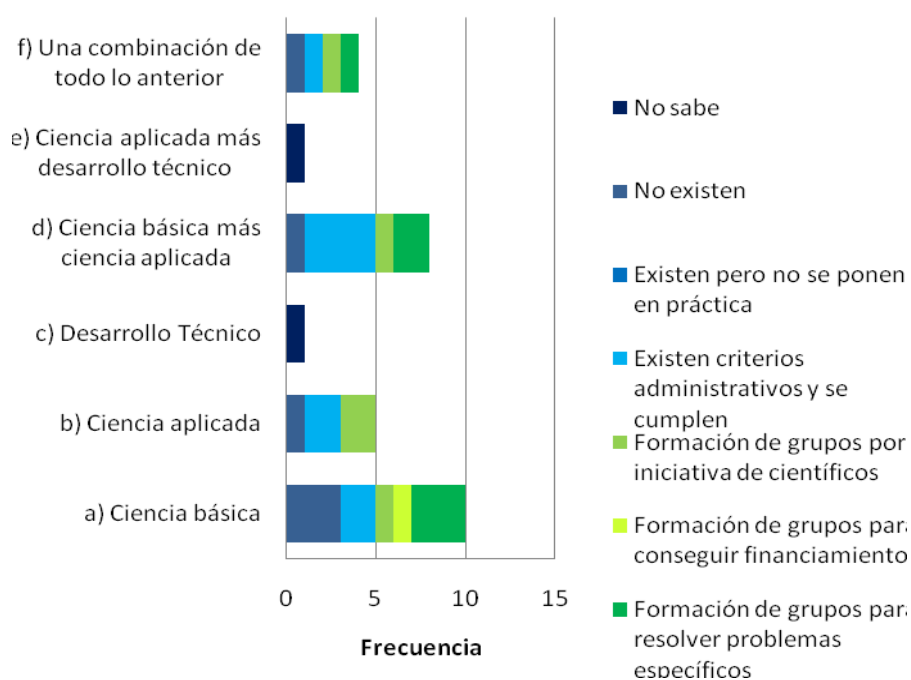


ILUSTRACIÓN 61.CRITERIOS INSTITUCIONALES PARA INTEGRAR GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Por lo que respecta a los grupos ya existentes, el 52% de los científicos españoles entrevistados refirió que había trabajado en algún tipo de grupo de investigación más cercano a la ciencia académica, como las sociedades científicas, la participación en proyectos de investigación de corto plazo y en grupos institucionales de investigación. El 47% de científicos entrevistados ha colaborado con redes y grupos más cercanos con el conocimiento socialmente distribuido, es decir, redes de colaboración interinstitucional o grupos de investigación interinstitucionales como se aprecia en la Ilustración 62. El caso mexicano es muy similar, incluso presenta porcentajes mayores de científicos que afirmaron haber trabajado en grupos más tradicionales de la ciencia académica, como ya se mencionó y como se puede ver en la Ilustración 63.

No obstante lo mencionado en el párrafo anterior, a pesar de que los grupos en los que han participado los científicos mexicanos parecen ser más tradicionales, la forma en que han colaborado en dichos grupos deja ver que las investigaciones en las que participan se acercan más a las del modo 2 o conocimiento socialmente distribuido, pues el 41% de los entrevistados mencionó que han participado en grupos multidisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios (ver Ilustración 64). En contraste, en el caso español, sólo el 29% de los científicos mexicanos entrevistados ha trabajado en grupos que tienen éste enfoque, como se aprecia en la Ilustración 65.

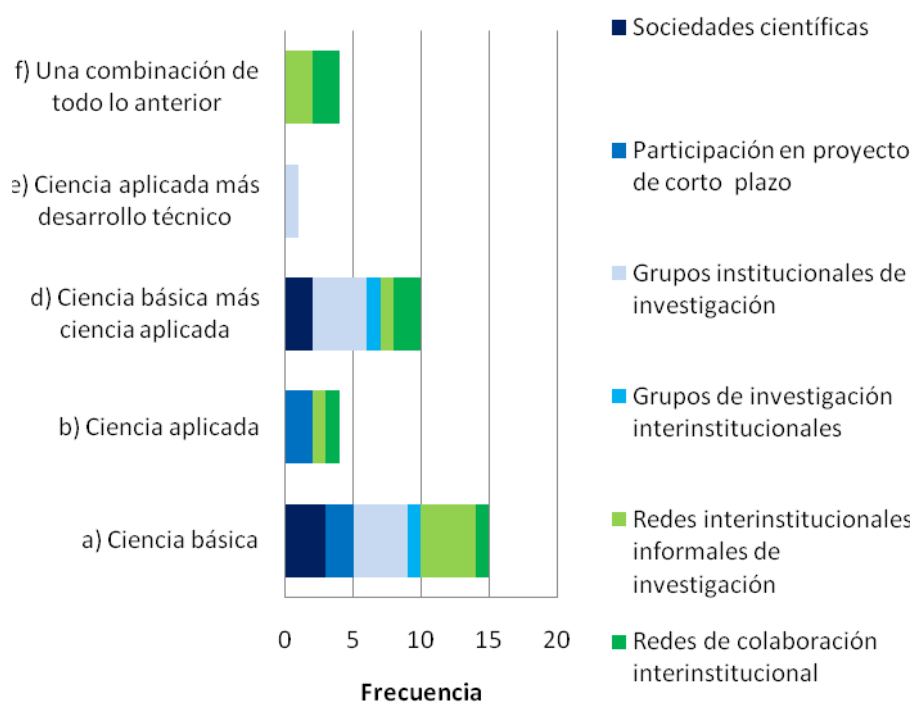


ILUSTRACIÓN 62. PARTICIPACIÓN DE CIENTÍFICOS EN GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

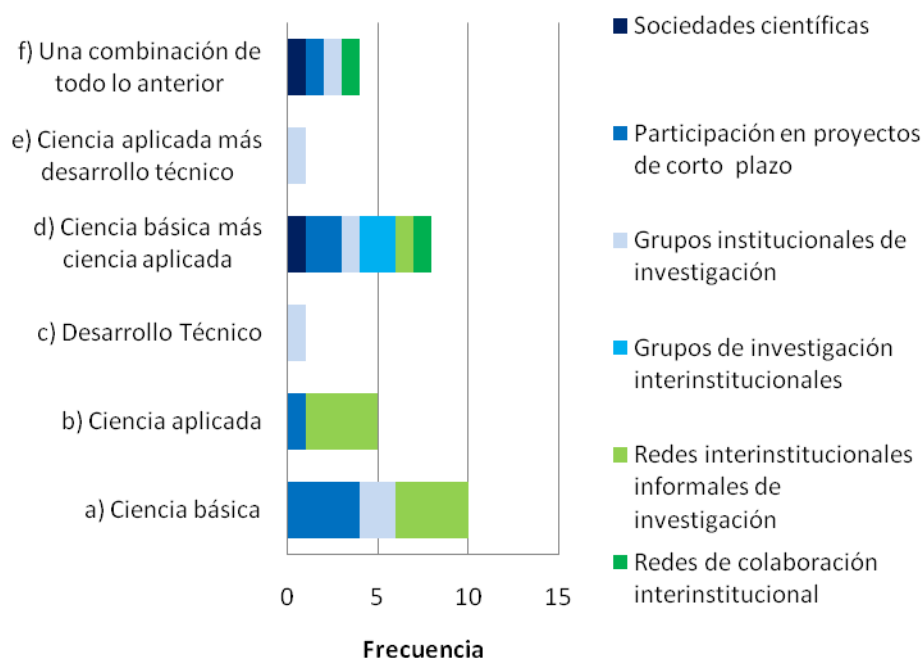


ILUSTRACIÓN 63. PARTICIPACIÓN DE CIENTÍFICOS EN GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

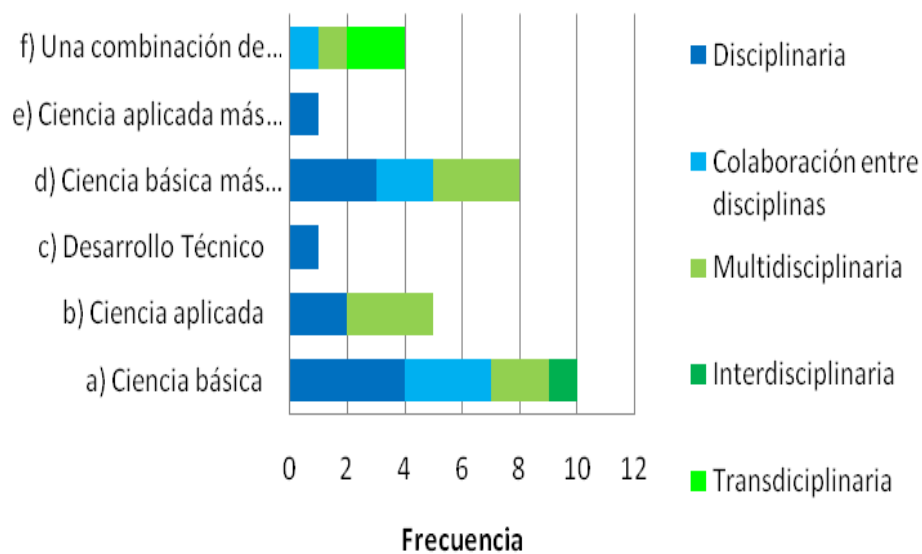


ILUSTRACIÓN 64. TIPO DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS EN MÉXICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

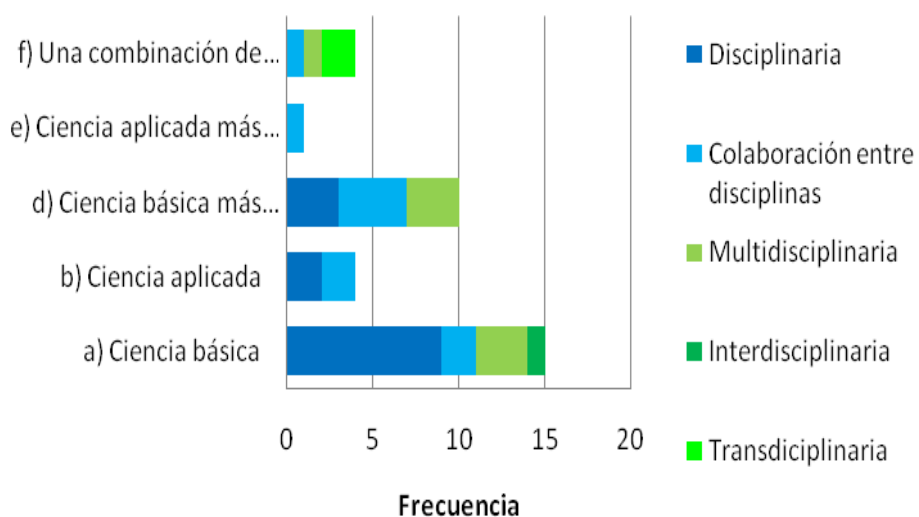


ILUSTRACIÓN 65. TIPO DE INVESTIGACIÓN EN LA QUE TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

6.5.3. Las funciones de la generación de conocimiento científico en la sociedad según investigadores y docentes contraste de perspectivas.

La comparación de perspectivas entre investigadores y docentes deja ver que a diferencia con la comparación entre países, los científicos que laboran en universidades y los que trabajan para los centros de investigación no tienen una perspectiva demasiado diferente como se esperaría por estar los docentes más en relación con los problemas de la sociedad a través del contacto con los estudiantes. En la Tabla 43 se observa que el 48% de los investigadores y el 45% de los docentes consideran que la principal aportación de su trabajo es el conocimiento disciplinario que generan, es decir, consideran que la función que cumple la ciencia es la de proveer conocimiento científico que algún día será retomado por los agentes de la sociedad y transformado en bienestar material para la misma. Sin embargo, cuando se analizan los datos correspondientes al beneficio social que la investigación científica produce, si existen diferencias en cuanto a perspectivas, pues mientras que para el 46% de los investigadores el beneficio social sigue siendo el conocimiento científico, para los docentes el beneficio social lo integran la formación de recursos humanos y la generación de conocimiento para resolver problemas específicos, que englobados representan el 50% de las respuestas proporcionadas por los docentes, de acuerdo a como se observa en la mencionada Tabla 43.

Aunado a lo anterior, cuando se compara lo que ocurre con los mecanismos de difusión y vinculación que cada grupo utiliza se puede ver que la separación de perspectivas con respecto a la función que cumple la ciencia en relación a la sociedad se acentúa, pues el 43% de los investigadores utiliza como mecanismo de la difusión de su producción las publicaciones especializadas; mientras que esta respuesta sólo fue proporcionada por el 29% de los docentes; para quienes resulta de igual importancia las publicaciones y reuniones no especializadas según se parecía en la misma Tabla 43. Sin embargo, las perspectivas vuelven a coincidir cuando se analiza la segunda salida del sistema acción social de la ciencia, constituida por los mecanismos de vinculación empleados, pues tanto investigadores como docentes le dieron

menor importancia a los mecanismos más relacionados con la ciencia académica, como son las publicaciones especializadas y los comités asesores, tal y como se observa en la Tabla 43.

Lo anteriormente expuesto podría significar que está habiendo un cambio de perspectivas con respecto a la función social de la ciencia, más acentuado en docentes que en investigadores, pero que ambos grupos se encuentran haciendo uso de mecanismos de distribución social del conocimiento que se encuentran cada vez más cercanos a la sociedad.

Investigadores y docentes realizan su labor de investigación más en el enfoque de la ciencia académica; sin embargo, los investigadores se encuentran más cercanos a la ciencia básica y por lo tanto a la desvinculación de la sociedad que los docentes. En efecto, cerca del 50% de los investigadores entrevistados delimitó su investigación como perteneciente a ciencia básica; mientras que sólo un 30% de los docentes trabajan en esta etapa del proceso de investigación como se observa en la Ilustración 67. Por lo que respecta a la desvinculación existente entre las etapas que integran el proceso de investigación hasta generar desarrollo técnico, es posible observar que cerca de un tercio de los investigadores y docentes entrevistados trabajan en dos etapas de dicha cadena. En consecuencia, el 30% de los investigadores desarrollan sus investigaciones tanto en ciencia básica como en ciencia aplicada; el 25% de los docentes adscribieron sus investigaciones dentro de esta última categoría y el 8% dijo que trabajan en ciencia aplicada y desarrollo técnico, de acuerdo como se observa en la Ilustración 66.

Con respecto a la forma en que investigadores y docentes conciben su relación con la sociedad y como ya se mencionó en párrafos anteriores, los datos obtenidos durante las entrevistas llevadas a cabo para la presente investigación dejan ver una mayor conciencia social por parte de docentes que de investigadores lo que determina una mayor disposición por parte de los docentes para utilizar mecanismos que les permitan mejorar su relación con la sociedad. Así, el 70% de los docentes entrevistados considero que el beneficio social de su trabajo es un beneficio directo sobre la sociedad, como se aprecia en la ilustración Ilustración 66. En contraste, sólo el 50% de los investigadores

entrevistados piensa que el beneficio social de su trabajo lo conforman mecanismos como el conocimiento para resolver problemas específicos, los servicios científicos y la difusión y la gestión de problemáticas sociales concretas, según se aprecia en la Ilustración 67

TABLA 43. FINALIDADES DE LA CIENCIA DESDE LA PERSPECTIVA DE DOCENTES E INVESTIGADORES.

Indicador	Categorías	Total	Investigadores	Docentes
Contribución más importante	Conocimiento disciplinario	47.6	48.7	45.8
	Conocimiento interdisciplinario	12.7	15.4	8.3
	Replanteamiento teórico del fenómeno	9.5	10.3	8.3
	Formación de recursos humanos	6.3	2.6	12.5
	Conocimiento para resolver problemas específicos	23.8	23.1	25.0
Beneficio social	Conocimiento científico	33.3	46.2	12.5
	Ahorro en costes de investigación	7.9	2.6	16.7
	Difícil de cuantificar	3.2	2.6	0.0
	Formación de recursos humanos	22.2	15.4	33.3
	Conocimiento para resolver problemas específicos	19.0	20.5	20.8
	Servicios científicos y difusión	1.6	2.6	4.2
	Gestión de problemática social concreta	6.3	7.7	4.2
	Valoración de grupos y conocimientos marginados	4.8	2.6	8.3
Mecanismos de difusión	Publicaciones especializadas	38.1	43.6	29.2
	Reuniones académicas	7.9	5.1	20.8
	Formación de recursos humanos	9.5	7.7	12.5
	Publicaciones y reuniones no especializadas	34.9	33.3	29.2
	Servicios científicos	9.5	10.3	8.3
Mecanismos de vinculación	Publicaciones especializadas	12.7	15.4	8.3
	Comités asesores	3.2	5.1	0.0
	Redes de conocimiento	17.5	23.1	8.3
	Publicaciones y reuniones no especializadas	11.1	10.3	12.5
	Divulgación en educación básica	4.8	5.1	4.2
	Servicios científicos	27.0	17.9	41.7
	Redes para la resolución de problemas	20.6	20.5	20.8
	Gestión de problemáticas concretas	3.2	2.6	4.2

Fuente: elaboración propia.

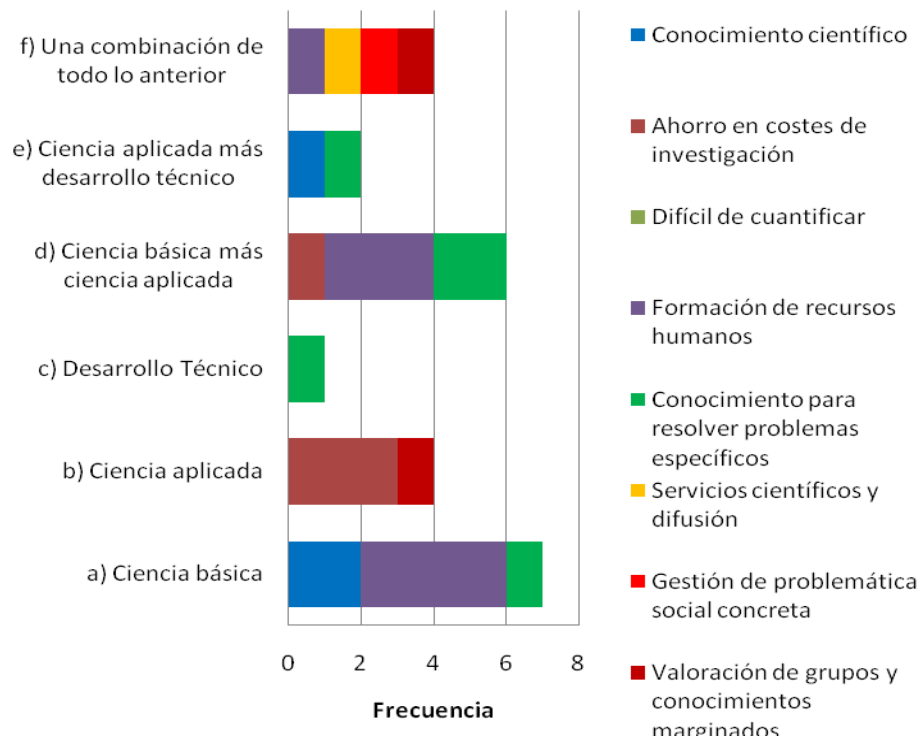


ILUSTRACIÓN 66. BENEFICIO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS DOCENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

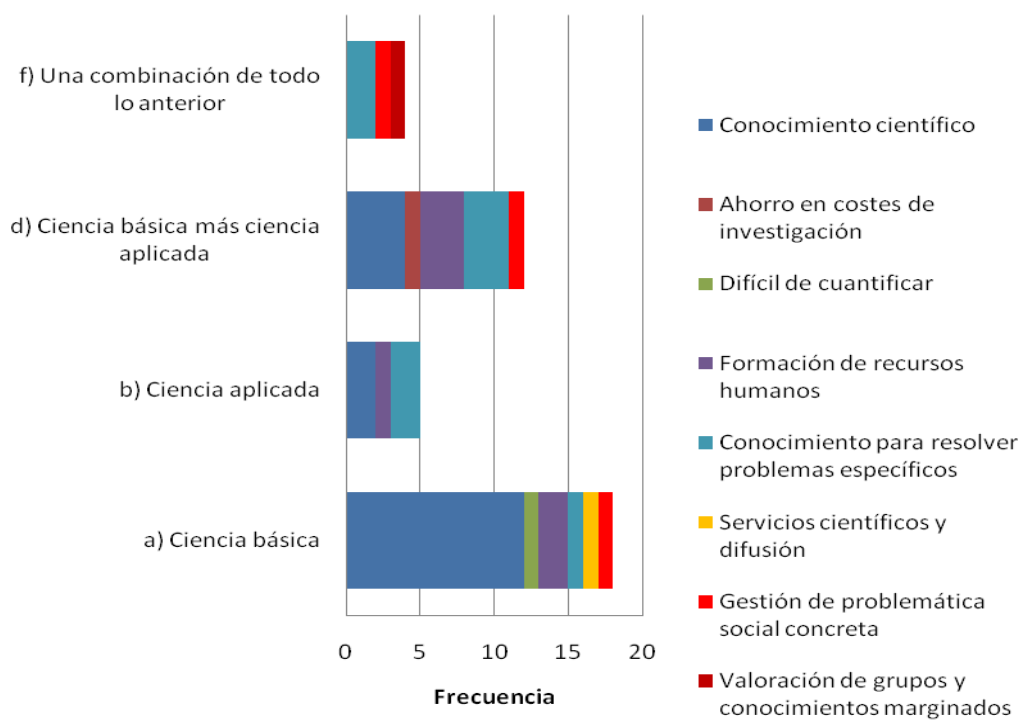


ILUSTRACIÓN 67. BENEFICIO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS INVESTIGADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La principal contribución del trabajo científico confirma la percepción de que los docentes mantienen una mayor preocupación por su relación con la sociedad que los investigadores. Para el 74% de los investigadores, su principal contribución está relacionada alguna categoría de la ciencia académica; mientras que sólo el 62% de los docentes opina de esa forma, de acuerdo a como se observa en la Ilustración 68 y la Ilustración 69. Es decir, que si bien hay diferencias, estas no son tan abrumadoras.

El análisis de las respuestas dada a la influencia de la sociedad sobre la toma de decisiones acerca de lo que la ciencia estudia, deja ver que dichas diferencias no son tan marcadas, pues mientras que para cerca del 80% de los docentes la sociedad debería influir de alguna forma sobre lo que se estudia; para los investigadores este porcentaje no es tan diferente, según se observa en la Ilustración 70. En efecto, 61% de los investigadores entrevistados opinó que la sociedad debería tener alguna influencia sobre lo que se investiga como se aprecia en la Ilustración 71.

El análisis de la Ilustración 70 y de la Ilustración 71 deja ver, sin embargo, que cerca del 30% de los investigadores percibe que la sociedad desconoce o no valora a la investigación científica, en contraste esta percepción sólo es válida para el 14% de los docentes entrevistados. Aunque es importante señalar que la opinión de los docentes a este cuestionamiento resultó sumamente contradictoria, puesto que aunque el 18% de los docentes opina que la sociedad debería participar o bien como colaboradora en algunas investigaciones o en la definición directa de lo que se estudia (contra sólo el 7% de los investigadores, ver Ilustración 71), también fue el 4% de docentes quienes señaló que la sociedad no debería participar en la decisión de lo que se investiga como se observa en la misma Ilustración 70.

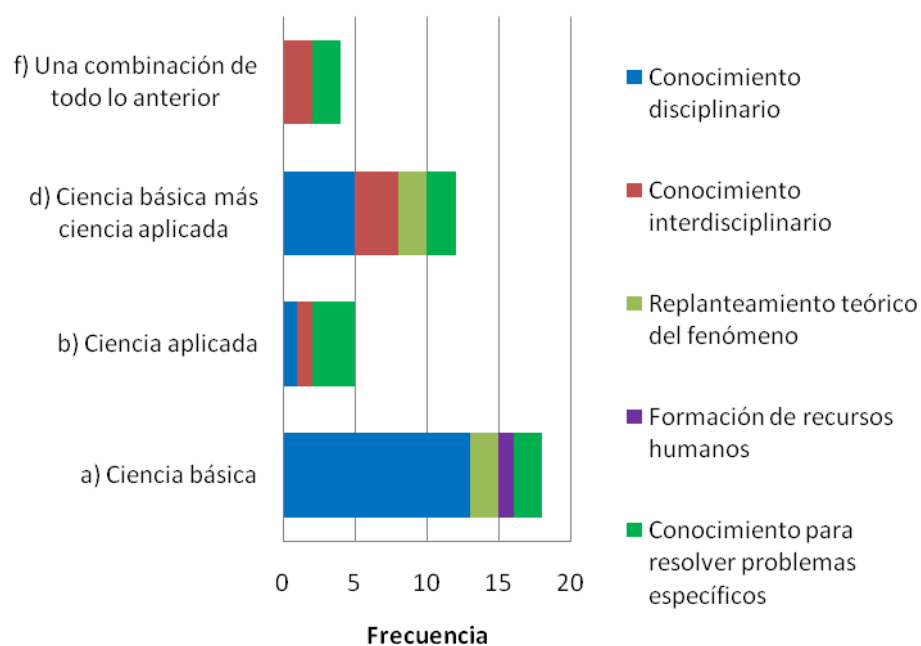


ILUSTRACIÓN 68. PRINCIPAL CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA QUE REALIZAN LOS INVESTIGADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

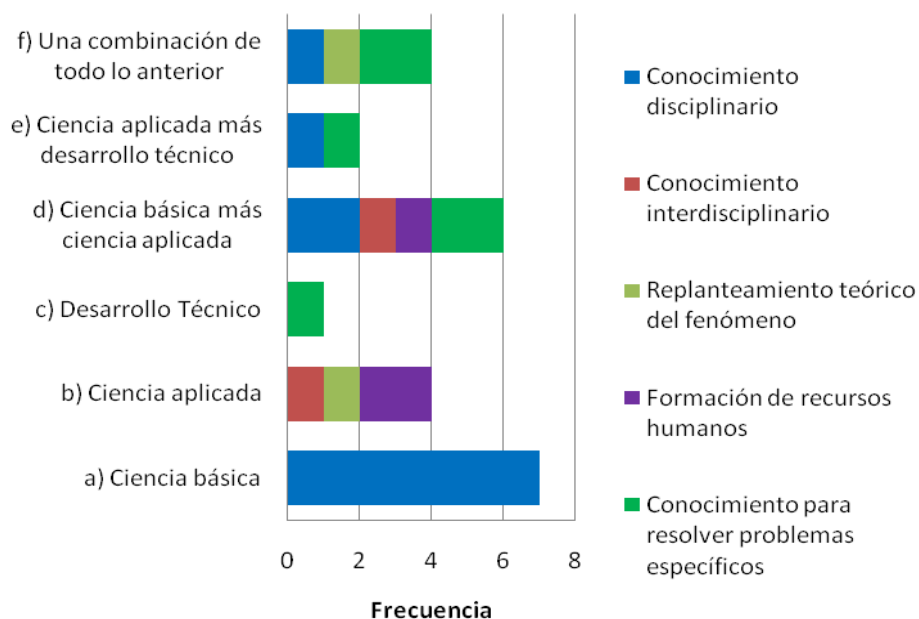


ILUSTRACIÓN 69. PRINCIPAL CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA QUE REALIZAN LOS DOCENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

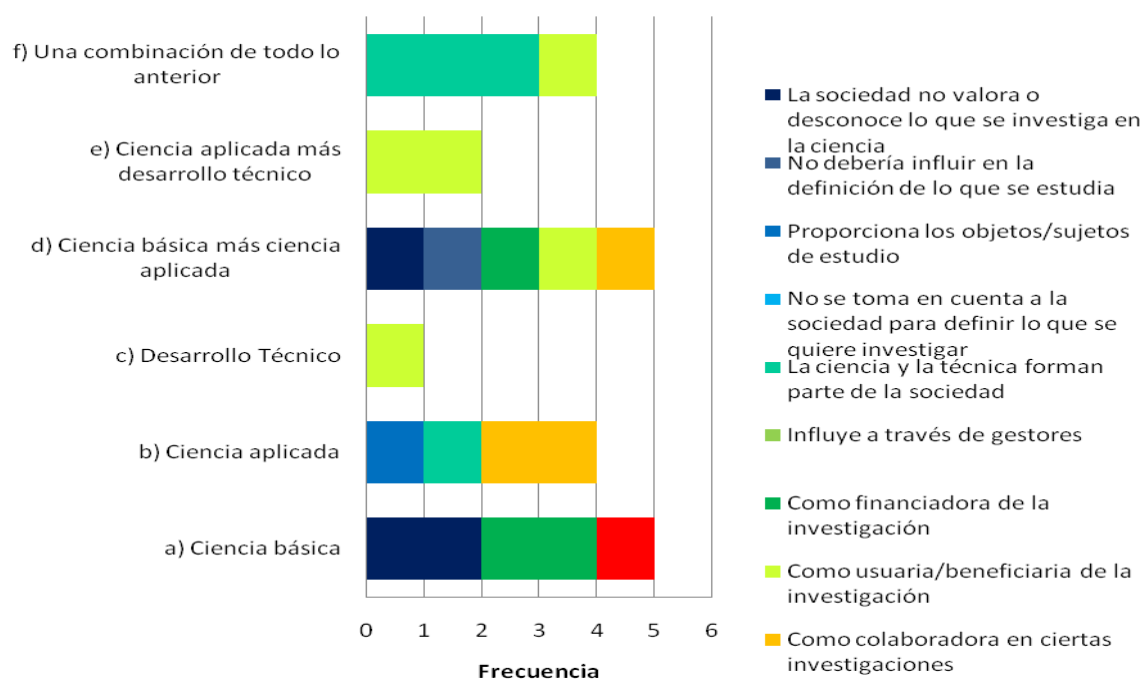


ILUSTRACIÓN 70. INFLUENCIA DE LA SOCIEDAD SOBRE LA DEFINICIÓN DE LO QUE LA CIENCIA ESTUDIA, DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS DOCENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

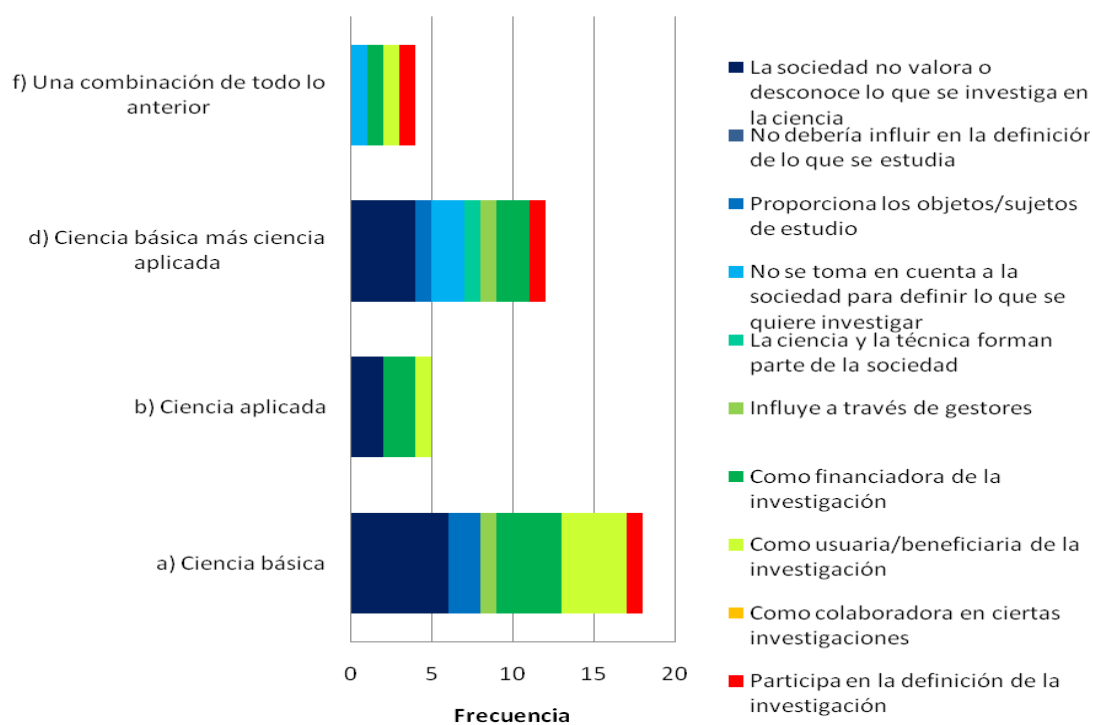


ILUSTRACIÓN 71. INFLUENCIA DE LA SOCIEDAD EN LA DEFINICIÓN DE LO QUE SE ESTUDIA DE ACUERDO CON INVESTIGADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Las respuestas dadas al tipo de reconocimiento que los científicos reciben por su trabajo podría ayudar a explicar las contradicciones encontradas en los docentes con respecto a su relación con la sociedad, pues si bien el 16% de los docentes entrevistados considera que recibe un reconocimiento por parte de integrantes de la sociedad, el 20% de ellos piensa que no recibe ningún reconocimiento por el trabajo que realiza (ver Ilustración 72). En contraste sólo el 10% de los investigadores manifestó la opinión antes mencionada, tal cual se aprecia en la Ilustración 73. Para el 76% de los investigadores la institución les reconoce el trabajo que realizan, ya sea por medio de la ascensión laboral, la pertenencia a sistemas de investigación, el otorgamiento de premios o la participación en proyectos de investigación, según se ve en la misma Ilustración 73; mientras que sólo el 54% de los docentes recibe este tipo de reconocimientos, según se puede ver en la Ilustración 72.

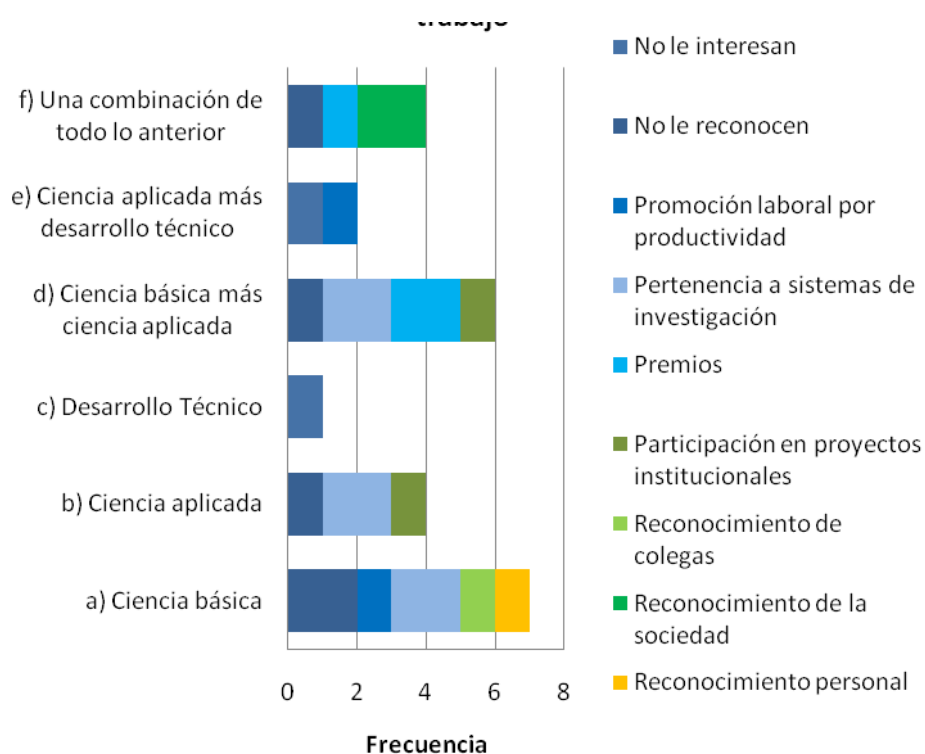


ILUSTRACIÓN 72. RECONOCIMIENTO QUE OBTIENEN LOS DOCENTES POR SU TRABAJO.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

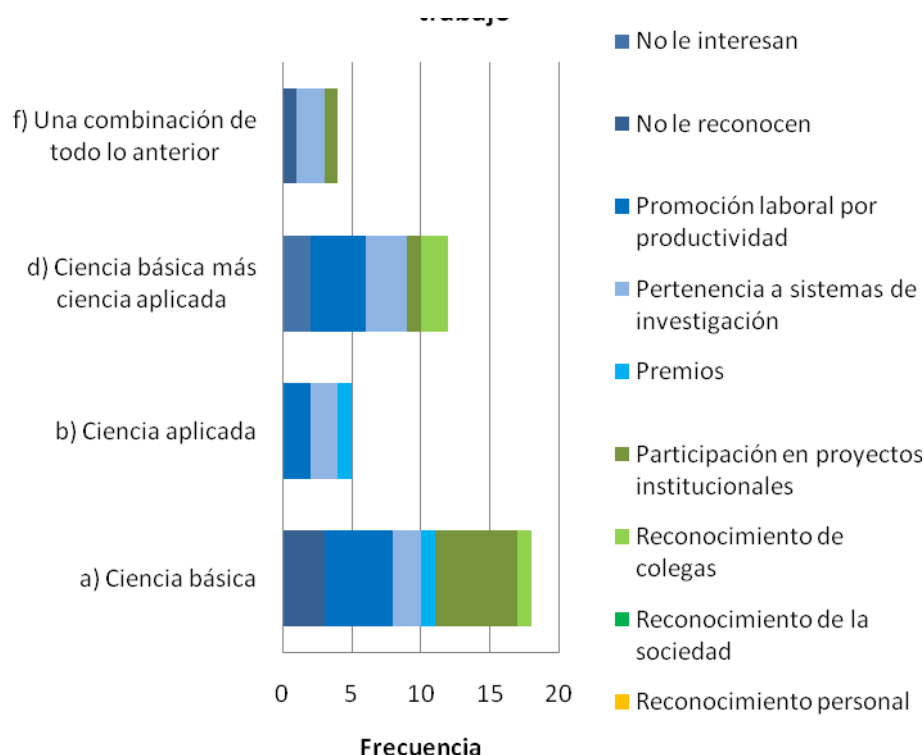


ILUSTRACIÓN 73. RECONOCIMIENTO QUE OBTIENEN LOS INVESTIGADORES POR SU TRABAJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

No obstante la información analizada en los párrafos precedentes, los docentes mantienen una mayor disposición a colaborar con la sociedad en contraste con la posición de los investigadores. El contraste mencionado puede ser analizado en las respuestas dadas por ambos grupos a las preguntas sobre los mecanismos de difusión y vinculación utilizados. Si bien, no existen estas diferencias cuando se comparan los mecanismos de difusión utilizados por ambos grupos, pues el 50% de los docentes entrevistados y el 48% de los investigadores manifestaron que utilizan mecanismos más relacionados con la ciencia académica como son las publicaciones especializadas y las reuniones académicas, según se puede observar en la Ilustración 74 y en la Ilustración 75. La diferencia más fuerte entre el trabajo realizado por docentes e investigadores se presenta en los mecanismos de vinculación de los que hacen uso. Por ejemplo, para el 83% de los docentes, dichos mecanismos tienen una influencia directa sobre la sociedad con la que interactúan, dichos mecanismos solo son utilizados por el 56% de los investigadores entrevistados, según se aprecia en la Ilustración 76 y en la Ilustración 77.

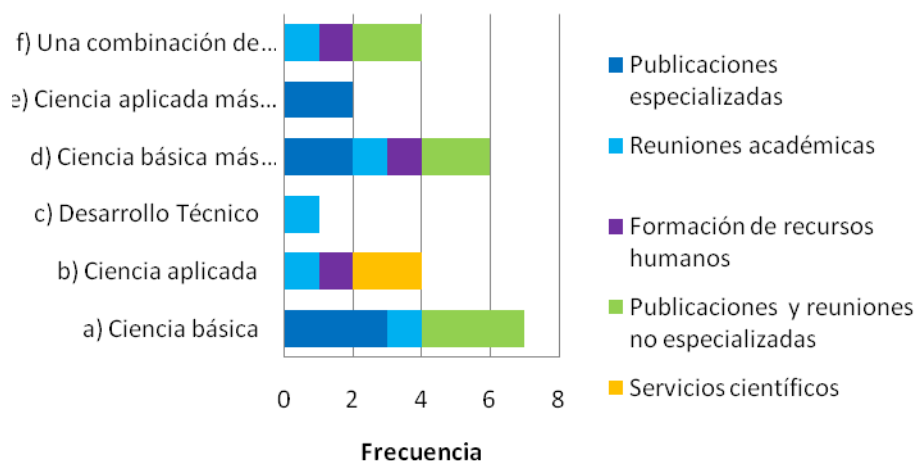


ILUSTRACIÓN 74. MECANISMOS DE DIFUSIÓN USADOS POR LOS DOCENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

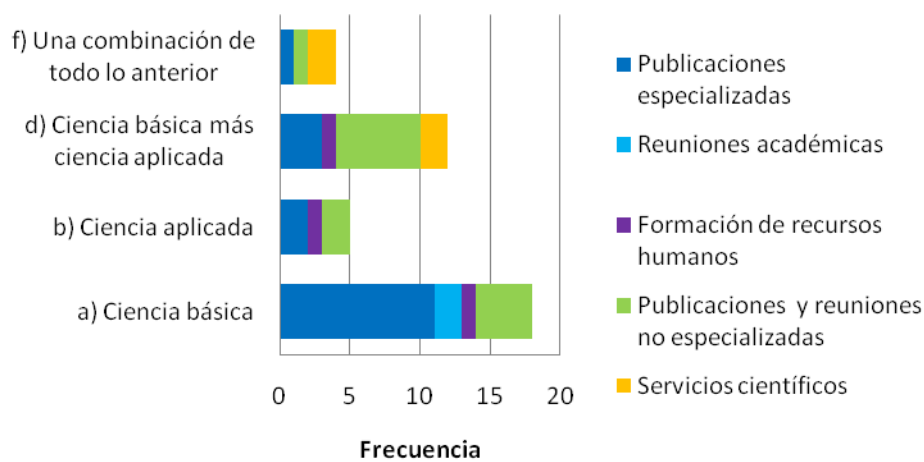


ILUSTRACIÓN 75. MECANISMOS DE DIFUSIÓN USADOS POR LOS INVESTIGADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

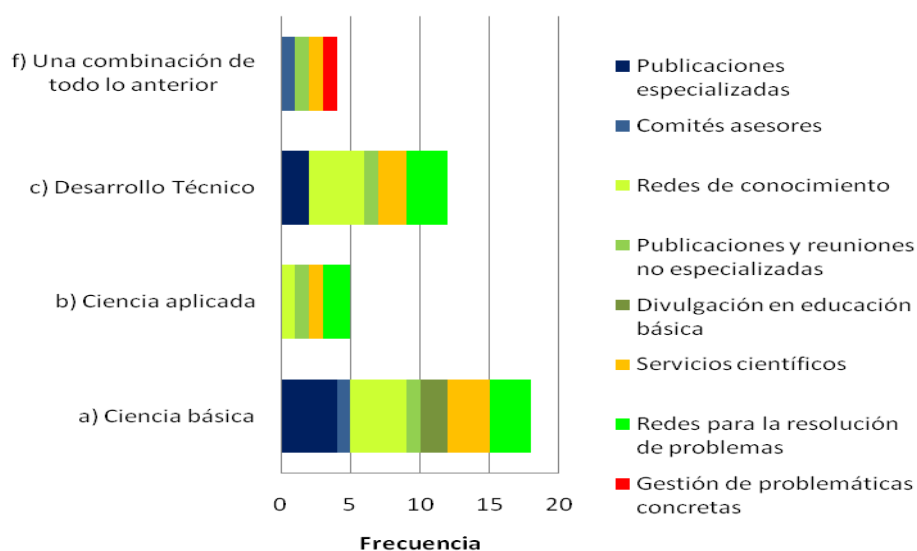


ILUSTRACIÓN 76. MECANISMOS DE VINCULACIÓN UTILIZADOS POR LOS INVESTIGADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

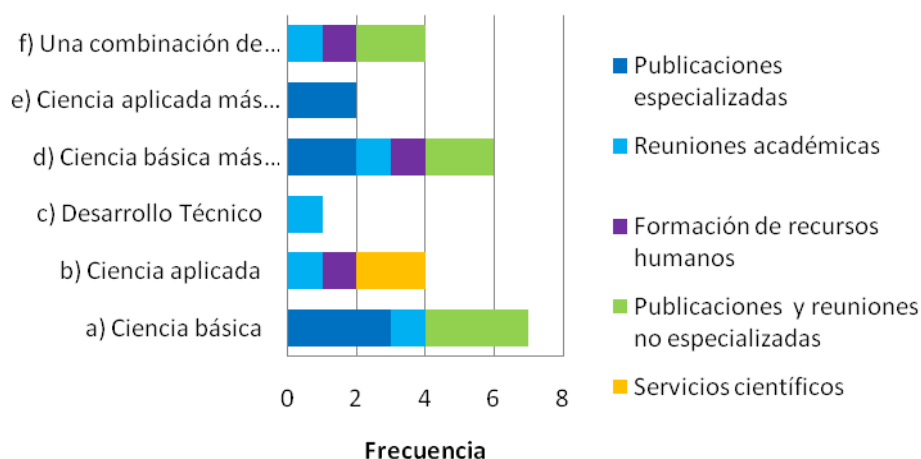


ILUSTRACIÓN 77. MECANISMOS DE VINCULACIÓN UTILIZADOS POR LOS DOCENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La información analizada en los párrafos precedentes deja ver que desde la percepción tanto de docentes como de investigadores la función que la ciencia cumple en la sociedad es como proveedora de conocimiento fiable y en éste sentido, bastará con que se realicen las conexiones adecuadas entre las etapas que integran el proceso de generación de conocimiento hasta producir los desarrollo técnicos que permitan a la sociedad hacer uso del mismo.

Siempre y cuando se lleven a cabo las iniciativas que permitan incrementar el flujo de conocimiento científico que llega a la sociedad. Así entonces, la definición de fines teleológicos provisionales que permitan a la ciencia equilibrar su relación con la sociedad irá encaminada entonces al incremento de la colaboración entre científicos y a una mayor difusión del conocimiento científico en la sociedad, como de hecho ya esta ocurriendo en el caso español, pues las redes de conocimiento y las semanas de la ciencia dan cuenta de ellos.

6.5.4. Contrastación global

La información analizada deja ver que aunque el modo de generación de conocimiento de la ciencia académica sigue siendo dominante tanto en España como en México y entre investigadores como entre docentes, empiezan a percibirse cambios en cuanto a la relación que los científicos mantienen con la sociedad. Dichos cambios son más evidentes en México que en España y no tan mas evidentes entre docentes como entre investigadores.

Los cambios empiezan a ser más perceptibles en las salidas del proceso que en las entradas, puesto que la forma de generar conocimiento científico en la ciencia académica posibilita estas adaptaciones. Si bien los científicos que trabajan bajo el enfoque de ciencia académica deben de generar productos o servicios para la sociedad cuando esta los contrata, la forma en que realizan la investigación sigue siendo académica. Es decir, que los científicos pueden modificar el tipo de problemas que estudian sin tener que modificar en mayor medida la forma en qué los investigan, generando para ello dos tipos de salidas la académica y la social. La mayor incorporación de los científicos que trabajan en el modo de ciencia académica a la generación de conocimiento socialmente útil dependerá de la concepción que ellos hagan acerca de la responsabilidad social de su trabajo. Dicha conciencia no surgirá de la nada, se

requiere que las instituciones y la sociedad lleven a cabo acciones que empujen éste proceso. La incorporación de los científicos a los procesos de comunicación social de la ciencia y su participación en redes de conocimiento que estén en contacto con grupos de la sociedad esta siendo una opción para incrementar dicha conciencia social.

Los datos revisados indican que los científicos que trabajan bajo el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido están cumpliendo no sólo con la función de la ciencia como proveedora de información a la sociedad, sino están desarrollando capacidades para que dicha sociedad pueda incorporarse tanto a la definición de lo que se estudia como a la investigación misma, posibilitando su aprendizaje durante el proceso. Sin embargo, los obstáculos que enfrentan, en relación al conflicto que su modo de generar conocimiento tiene con las estructuras disciplinares e institucionales que rigen su actuar, hacen que su trabajo sea aún marginal dentro del sistema de ciencia y técnica español y mexicano.

Cabría preguntarse por el rumbo que tomará la implementación masiva de estrategias encaminadas a mejorar la relación de la ciencia con la sociedad y a incrementar las interacciones entre los científicos, pues como se ha venido analizando, la mayor interacción de los científicos con la sociedad los ha sensibilizado con relación a la responsabilidad social de su trabajo. A su vez dicha conciencia ha empujado a los científicos a participar más activamente en la generación de conocimiento socialmente útil; es decir, encausándolos más hacia el modo 2 de conocimiento socialmente distribuido y aumentando las tensiones que la generación de conocimiento bajo este modo conlleva; es decir, las relacionadas a las interacciones con las estructuras disciplinares e institucionales.

En este punto, es necesario considerar el tamaño de los sistemas de ciencia y técnica mexicano y español, además de todos los elementos ya mencionados para valorar su contribución al desarrollo de innovaciones y compararlo con el de Estados Unidos, uno de los primeros países en competitividad según el World Economic Forum (2011). El número de investigadores mexicanos por cada 1000 habitantes de la PEA representaba el 11% de lo que disponía EUA;

mientras que España contaba con el 56% de lo que tenían los estadounidenses. Por su parte, la producción del sistema, es decir, el número de publicaciones en el SCI por cada 100,000 habitantes, en el caso de México apenas alcanzaba el 5% de lo realizado por Estados Unidos; mientras que España producía el 62% de lo logrado por los estadounidenses. Por lo que respecta al número de patentes que España y México registraron en 2005, las patentes mexicanas totales representaron el 3% de las registradas en EUA, mientras que las españolas fueron el 8% de las estadounidenses, según la RICYT (2009). Por lo que respecta al indicador de educación superior y entrenamiento, del índice de competitividad global, México se encontraba en 2010 en el lugar 79 de 139 países, mientras que España lo hacía en el lugar 31 y EUA en el 9; por lo que respecta al indicador de innovación, México se ubicaba en el lugar 78, los españoles en el lugar 48 y EUA en el primer sitio de dicho ranking (World Economic Forum, 2011).

Las cifras anteriores ponen de relieve el escaso tamaño del sistema de ciencia y técnica mexicano en relación al número de habitantes económicamente activos que dicho país tiene, no así el sistema español, el cuál cuenta con mejores condiciones. Las cifras antes mencionadas resaltan también, que la diferencia entre la producción de artículos especializados de los científicos mexicanos y los estadounidenses es superior a la que debería resultar por las diferencias en cuanto al tamaño del sistema de ciencia y técnica de ambos países. En cambio, las diferencias entre la producción de comunicaciones científicas españolas y estadounidenses son inferiores a las diferencias que se presentan con respecto al número de investigadores por cada 1000 habitantes de la PEA. Sin embargo, cuando se revisan las cifras de patentes, es decir, cuanto del conocimiento científico se llega a transformar en desarrollo tecnológico patentado, las diferencias entre México y España no son tan marcadas, como si lo son entre ambos países y Estados Unidos. Lo mismo ocurre con las cifras del índice de competitividad global, pues la clasificación de México esta muy por debajo de la lograda por españoles y estadounidenses.

Así, en el caso del sistema de ciencia y técnica mexicano, son todavía más importantes tanto los problemas que han sido descritos hasta el momento como los cambios que en él se están operando, pues ante una disponibilidad

tan limitada de recursos, humanos, financieros y materiales resulta todavía más determinante como se usen dichos recursos. Por ejemplo, la sociedad mexicana no se beneficiará si los recursos siguen empleándose como hasta ahora se ha hecho en la ciencia académica. Como ya se revisó, la producción de comunicaciones científicas que incrementen la cantidad de conocimiento disponible a nivel mundial esta beneficiando sólo a los países que implementan como estrategia la creación de industrias del conocimiento que tienen la capacidad para reconfigurar el conocimiento científico producido en formatos novedosos que pueden ser comercializados.

Por otro lado, cuando se consideran los otros factores de desventaja que rodean a la sociedad mexicana, la idea de arreglar el problema mejorando las conexiones entre las diferentes etapas del sistema de ciencia y técnica mexicano y entre este y la sociedad para que el flujo de conocimiento sea utilizado por la misma, no es suficiente. En otras palabras, el flujo de conocimiento llegará a un contexto donde los ciudadanos no tienen adecuada estabilidad social, ni desarrollo económico y productivo suficiente y nivel educativo adecuado para hacer uso del conocimiento científico generado por el sistema de ciencia y técnica mexicano.

Sin embargo, los cambios que se están operando en el sistema de ciencia y técnica mexicano como la mejor disposición de los científicos a reconocer la responsabilidad social de su trabajo, el uso de mecanismos que promuevan la comunicación bidireccional con la sociedad, su integración y colaboración en grupos que se dedican a trabajar en la solución de problemas concretos, así como su capacidad de definir fines teleológicos temporales, les puede significar a ellos y a la sociedad mexicana mayores ventajas. No sólo por la provisión de conocimiento científico que puede llegar directamente a la sociedad, como ocurre en el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido, sino por la posibilidad de ejercitar el uso de la razón en el conocimiento, explicación, proyección y previsión del actuar individual y social, ejercicio racional que tan urgente es para la sociedad mexicana actual y que por supuesto el patrón de ciencia académica de élite no aportara.

Por lo que respecta a España, si bien el tamaño de su sistema y la producción de comunicaciones especializadas no se encuentra tan alejada del patrón estadounidense, sí se separa de él en cuanto al aprovechamiento social del conocimiento científico generado. La percepción mencionada anteriormente se ve confirmada con los datos provenientes del índice de competitividad global, donde el indicador de educación superior y entrenamiento y la preparación tecnológica se encuentran mejor clasificados que su ubicación total, pero no ocurre lo mismo con el indicador sobre las innovaciones.

De los elementos analizados en la presente investigación, las desconexiones existentes entre las diferentes etapas que integran la ciencia académica española, la falta de reconocimiento de los científicos españoles sobre la responsabilidad social de su trabajo, la escasa integración de los científicos en grupos de investigación que colaboren con la sociedad y la unidireccionalidad de los mecanismos de difusión y vinculación usados que propician una escasa distribución social del conocimiento parecen ser los elementos que están influyendo en mayor medida para que el conocimiento generado por el sistema de ciencia y técnica español no sea transformado en innovaciones que impacten sobre la sociedad. Probablemente, el sistema de ciencia y técnica español pueda seguir trabajando bajo el enfoque de ciencia académica, y sea suficiente con la incorporación de fines teleológicos tanto al proceso de investigación como a la estructura institucional y disciplinaria, que le permitan a dicho sistema mejorar las conexiones entre los elementos del proceso de generación de conocimiento en la ciencia académica y entre esta y la sociedad.

En consecuencia, es necesario considerar que se requiere una mayor conciencia por parte de los científicos españoles de la responsabilidad social de su trabajo. Por lo que se hace necesario que el gobierno, la sociedad y sobre todo las instituciones públicas y privadas donde se genera el conocimiento científico sigan trabajando en la implementación de estrategias que permitan incentivar a la comunidad científica para involucrarse en mayor medida con los problemas de la sociedad. Por otro lado, se requiere también de la promoción de mecanismos de difusión y vinculación que permitan pasar de una comunicación unidireccional a una bidireccional, en aras de que los

científicos españoles propicien el diálogo con la sociedad e influyan en el desarrollo de capacidades en esta.

No obstante lo anterior, para que el flujo de conocimiento generado en la ciencia académica llegue a la sociedad, el gobierno español tendría que incorporar a su política científica la creación de empresas del conocimiento que pudieran funcionar como intermediarias entre la ciencia académica y las necesidades de la sociedad. Así, dichas empresas podrían trabajar en la reconfiguración no sólo del conocimiento producido por el sistema de ciencia y técnica en España, sino en todo el orbe y con ello mejorar sus niveles de competitividad mundial.

Sin embargo, la sociedad española estaría dejando de lado el potencial transformador de la razón que el modo 2 puede aportarle; ya que seguiría concentrando en unas cuantas manos los beneficios que la ciencia tiene en términos del ejercicio de la capacidad racional del hombre.

7. Conclusiones

La perspectiva de complementariedad es la dominante entre los entrevistados tanto por el número de argumentos que esgrimieron a su favor como por expresar nuevos argumentos que permiten una mejor caracterización de dicha perspectiva. Por el contrario, las perspectivas de independencia y conflicto fueron mencionados más marginalmente, aportando escasos nuevos argumentos que permitan llevar a cabo una caracterización más adecuada de la relación entre docencia e investigación.

Los investigadores españoles que consideran que es difícil cuantificar el beneficio social de su trabajo apoyan la perspectiva de conflicto; lo que se traduce en que dichos académicos encontrarán graves obstáculos para adaptarse a las demandas de la sociedad en términos de una mayor interacción con diversos actores para asegurar la distribución social del conocimiento generado.

En las universidades y centros de investigación españoles estudiados, la perspectiva de complementariedad encontrará mayores obstáculos para incorporarse como forma de trabajo en el modo 2 ya que desde la actualidad dicha perspectiva es valorada negativamente por los practicantes del modo uno en las universidades españolas.

Aunque en la ciencia académica se presentan porcentajes más altos de la percepción de complementariedad, los valores y cualidades necesarias para lograr una conciencia sobre la responsabilidad social de los profesionistas formados, se desarrollan mejor en el modo 2 que en el uno, al estar en interacción los practicantes con una multiplicidad de actores

Probablemente la mayor demanda de tiempo, esfuerzo y compromiso que implica una mayor interacción social, como ocurre en el modo 2 esta influyendo para que los practicantes de este modo vean a la relación docencia investigación en términos negativos o independientes. Lo anterior plantea serios obstáculos para que docentes, investigadores y estudiantes se beneficien de la interacción producida por la generación de conocimiento en contextos de aplicación, el tipo de formación para laborar exitosamente en las competitivas sociedades actuales.

Los entrevistados aún siguen llevando a cabo los procesos tradicionales de transferencia de tecnología, lo que no les será de utilidad en las nuevas sociedades que se están transformando en industrias del conocimiento y que están presionando a las universidades e institutos de investigación para que cambien sus tradiciones de intercambio con la sociedad.

Los mecanismos de interacción del modo 2 son más pertinentes para el intercambio de conocimiento y tecnología en contextos de aplicación, que constituye la mayor demanda de las sociedades actuales.

Los académicos entrevistados tendrán que aprender nuevos mecanismos de interacción con la sociedad, terreno donde la perspectiva de complementariedad en la forma de investigación en la acción vinculada con la enseñanza y la práctica profesional tiene mucho que aportar.

Los docentes entrevistados, tanto españoles como mexicanos, que participan en el patrón de ciencia académica tienen la finalidad de generar conocimiento científico plasmado en publicaciones para lo cuál eligen los problemas y emplean los conceptos y métodos de la ciencia disciplinar, así como la revisión por pares como el medio de validación de las innovaciones generadas y la divulgación a la comunidad académica como el principal medio de socialización del conocimiento generado.

Los docentes entrevistados tanto mexicanos, como españoles que trabajan en la distribución social del conocimiento como forma de generar conocimiento científico por su parte, tienen como finalidad que el conocimiento generado aporte beneficios sociales además de la acumulación de saber científico. Para

generar el conocimiento referido utilizan como mecanismos: eligen los problemas a partir de su interacción con una realidad concreta, utilizan los conceptos generados en la colaboración entre disciplinas, la multidisciplina y la transdisciplina; así como una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos para estudiar los fenómenos complejos. Los mecanismos de validación de las innovaciones siguen siendo los relacionados con la revisión por pares; sin embargo, los entrevistados están incorporando nuevos mecanismos que consideren la contrastación de la información generada por diversos medios, así como otras formas de validación social. Los mecanismos de socialización empleados por estos docentes e investigadores están incorporando formas que propicien una mayor distribución social del conocimiento generado.

Así, es posible identificar cambios en los comportamientos, hábitos y prácticas de los investigadores que participan en el modo 2 de generación de conocimiento científico, sobre todo con respecto a la forma de generar consenso sobre el conocimiento científico válido, institución fundamental del sistema de ciencia y técnica actual.

Aunque se comprueba que la ciencia académica sigue estando al alcance sólo de los especialistas por las formas en que esta divulga el conocimiento que genera, también es posible constatar que algunos de sus practicantes están incorporando nuevos comportamientos en su forma de hacer ciencia, por ejemplo en el caso de algunos mecanismos de vinculación y difusión del conocimiento que generan.

Se constata la hipótesis propuesta para la presente investigación; ya que por un lado si bien los practicantes del modo uno o ciencia académica tienen una concepción del sistema que determina su actuar, las conexiones entre los componentes de dicho sistema están propiciando cambios en esa forma de actuar, obligándolos a interactuar cada vez más con la sociedad. En contraste, aunque la concepción del sistema de los practicantes del modo 2 o generación de conocimiento socialmente distribuido los empuja a una mayor interacción con la sociedad para generar salidas tanto académicas como sociales al conocimiento que generan, las conexiones del sistema, es decir, las

instituciones establecidas, no les permiten ampliar su rango de acción, pues tienen que ceñirse a las tradiciones establecidas mediante los mecanismos de control establecidos por el sistema de ciencia y técnica. Claro ejemplo de ello lo constituye la necesidad de publicar el conocimiento generado, debido a los mecanismos de valoración de la productividad académica, lo que los obliga a entrar a la revisión por pares, y por lo tanto a los mecanismos de control de lo que se considera válido o no investigar, así como la forma de hacerlo por la comunidad académica.

La desarticulación existente entre los componentes del sistema de ciencia académica, hace que sea escaso el flujo de conocimiento que las sociedades española y mexicana pueden utilizar, por lo que la mayor parte del conocimiento científico generado por los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano van a incrementar la base de conocimiento del que dispone la ciencia académica mundial.

Los científicos en general, pero sobre todo los científicos españoles requieren considerar que la responsabilidad social de su trabajo va más allá del ámbito académico y por lo tanto de la publicación de su trabajo en revistas especializadas. Si bien, algún día el conocimiento que generan dichos académicos será útil, éstos tendrían que asegurarse de que el proceso para que eso ocurra se ponga en marcha, de tal manera que los buenos deseos sean transformados en realidades. De otra forma, su actuar por omisión seguirá perpetuando el aislamiento en que ha caído la ciencia académica respecto de la sociedad.

El conflicto presente entre la función que la sociedad espera que la ciencia cumpla y la que los científicos desean ha ocasionado que los científicos desvaloricen la capacidad de la sociedad para participar en las decisiones de lo que se investiga, punto fundamental en la implementación de procesos de investigación que desemboquen en la generación de conocimiento socialmente útil.

Los mecanismos de distribución social del conocimiento usados por los científicos siguen manteniendo el objetivo unidireccional de alfabetizar a la sociedad sobre el conocimiento científico generado, para que esta lo valore y lo

reconozca. Sin embargo, para que el conocimiento tenga valor para la sociedad, se necesita que esta participe en su definición, por lo que se necesita generar escenarios de encuentro e intercambio que permitan la comunicación bidireccional y por lo tanto la interacción entre los científicos con públicos no especializados.

Así mismo, se mantiene la influencia de las estructuras disciplinares sobre la definición de los fines del proceso de investigación, por lo que los científicos requieren trabajar en la incorporación de cambios en dichas estructuras; así como en las estructuras institucionales, para que estas puedan dejar de obstaculizar la incorporación de fines teleológicos que permitan estabilizar la relación de la ciencia con la sociedad. La tarea del científico debe transformarse así de la demostración del dominio de una disciplina a la demostración de su capacidad para adaptarse al cambio que esta ocurriendo a su alrededor, lo que conlleva investigar problemas más allá de los intereses cognitivos que dominan su disciplina.

La adaptación al cambio que significa utilizar mecanismos que mejoren la distribución social del conocimiento, esta provocando tensión en la labor que los científicos realizan. Tensiones que son mal aceptadas por los científicos, ante la falta de conciencia sobre la responsabilidad social de su trabajo y ante su percepción de que la sociedad no valora o desconoce el conocimiento científico que se genera. El conflicto anterior tiende a aumentar ante la creciente dependencia que los científicos tienen de los recursos que la sociedad les destina a través de las convocatorias en las que participan y que los obliga a justificar la importancia social de sus descubrimientos.

La incorporación de los fines teleológicos provisionales al proceso de investigación para mejorar la relación de la ciencia académica con la sociedad en España y México se esta haciendo rutinaria y por lo tanto esta creando nuevas relaciones sociales, que en conjunto están conformando al nuevo modo de generación de conocimiento con características particulares de estos contextos.

El sistema de ciencia y técnica mexicano al disponer limitadamente de recursos humanos, financieros y materiales necesita decidir qué modo de generación de

conocimiento o que combinaciones de estos modos son las adecuadas para lograr no sólo que llegue el flujo de conocimiento científico que genera a la sociedad; sino para incrementar las capacidades de esta para utilizar y participar en la creación de dicho conocimiento, ante el contexto tan adverso que dicha sociedad enfrenta.

De continuar empleándose los recursos económicos en el financiamiento de investigaciones de la ciencia académica sin modificar sus salidas hacia los usos sociales que la sociedad mexicana necesita, se seguirá beneficiando únicamente al sistema de ciencia mundial y a las sociedades que promueven la integración de industrias del conocimiento

Por otro lado, cuando se consideran los otros factores de desventaja que rodean a la sociedad mexicana en cuanto a estabilidad social, desarrollo económico y productivo y nivel educativo promedio, la idea de arreglar el problema mejorando las conexiones entre las diferentes etapas del sistema de ciencia y técnica mexicano y entre este y la sociedad para que el flujo de conocimiento socialmente útil sea utilizado por la sociedad, no es suficiente, debido a los problemas antes referidos. Sin embargo, los cambios que se están operando en el sistema de ciencia y técnica mexicano como la mejor disposición de los científicos a reconocer la responsabilidad social de su trabajo, el uso de mecanismos que promuevan la comunicación bidireccional con la sociedad, su integración y colaboración en grupos que se dedican a trabajar en la solución de problemas concretos, así como su capacidad de definir fines teleológicos temporales, les puede significar a ellos y a la sociedad mexicana mayores ventajas. No sólo por la provisión de conocimiento científico que puede llegar directamente a la sociedad, como ocurre en el modo 2 o conocimiento socialmente distribuido, sino por la posibilidad de ejercitar el uso de la razón en el conocimiento, explicación, proyección y previsión del actuar individual y social, ejercicio racional que tan urgente es para la sociedad mexicana actual y que por supuesto el patrón de ciencia académica de élite no aportara.

El conocimiento generado por el sistema de ciencia y técnica español no se transforma en innovaciones que impacten sobre la sociedad, las principales

causas de tal hecho identificadas en la presente investigación son: las desconexiones existentes entre las diferentes etapas que integran la ciencia académica española, la falta de reconocimiento de los científicos españoles sobre la responsabilidad social de su trabajo, la escasa integración de los científicos en grupos de investigación que colaboren con la sociedad y la unidireccionalidad de los mecanismos de difusión y vinculación usados que propician una escasa distribución social del conocimiento.

El sistema de ciencia y técnica español requiere la incorporación de consideraciones teleológicas que le permitan estabilizar su relación con la sociedad, la cuál probablemente con la incorporación de las conexiones adecuadas entre las etapas del proceso de generación del conocimiento científico pueda disponer del flujo de conocimiento proveniente de la ciencia. Para lograr lo anterior, también se requiere trabajar en la generación de una mayor conciencia por parte de los científicos españoles de la responsabilidad social de su trabajo; así como en la implementación de mecanismos de difusión y vinculación que permitan pasar de una comunicación unidireccional a una bidireccional, en aras de que los científicos españoles propicien el diálogo con la sociedad e influyan en el desarrollo de capacidades en esta.

La sociedad española se podrá beneficiar del conocimiento científico generado en su sistema mediante la creación y promoción de empresas del conocimiento que pudan funcionar como intermediarias entre la ciencia académica y las necesidades de conocimiento científico socialmente útil.

Sin embargo, tanto la sociedad española como la mexicana estarían dejando de lado el potencial transformador de la razón que el modo 2 puede aportarles; ya que siguen concentrando en unas cuantas manos los beneficios que la ciencia tiene en términos del ejercicio de la capacidad racional del hombre, sin democratizar el acceso a la oportunidad de desarrollar una de las capacidades que pueden ser fundamentales en el futuro, la capacidad de participar en la generación de conocimiento.

8. Propuesta para establecer procesos de aprendizaje social entorno a la función que la generación de conocimiento científico puede tener para las sociedades española y mexicana.

Una vez que se ha concluido una investigación, de acuerdo con las teorías de la decisión y las teorías sistémicas, analizadas por Luhmann (1983) es necesario hacerse cargo de la tarea de reacuar lo aprendido en una nueva proyección de la acción. Por lo anterior, se elaboró la presente propuesta que gira alrededor primero, de cómo podría continuarse la investigación en la temática abordada y posteriormente como podrían implementarse algunas actividades que permitirían mejorar el flujo de conocimiento científico que los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano están generando para transformarlo en conocimiento socialmente útil, de tal forma que la sociedad se vea beneficiada con este.

Una de las conclusiones no escritas de la presente investigación y que forma parte del aprendizaje generado por la que sustenta, es indudablemente, la reflexión sobre lo logrado, es decir, porque se generó lo que se presenta en éste documento y no otra cosa. La primera cuestión a reflexionar, tiene que ver no con lo que se hizo y resultó bien hecho, ya que ello conforma un camino claro que otros podrían continuar. Tiene un poco que ver con lo que se dejó de hacer, pues a pesar de que de acuerdo a lo mencionado por Luckmann (1996) no constituyo un acto que pudiera ser reflexionado y del cuál se pudiera

aprender, si perfila caminos que pudieran investigarse en un futuro; siempre y cuando los científicos que trabajen en esta temática lo consideren importante.

Sin embargo, resulta mucho más productivo reflexionar sobre lo que se hizo y resulto mal hecho debido primero a una utilidad práctica, el que otros no cometan los errores que la investigadora que esto sustenta ya cometió y segundo porque dichas acciones podrían delinear pautas para futuras investigaciones, siempre y cuando, de nuevo, los científicos que desarrollen su labor investigadora lo consideren oportuno para entender mejor el fenómeno estudiado. De esta manera, la primera reflexión que apunto es sobre el proceso de investigación y el orden de presentación de los temas, que también fue el orden de construcción del conocimiento que seguí en esta investigación.

Resultado importante que el punto de partida de la investigación fuera la relación entre la docencia y la investigación, ya que ello me permitió abordar el estudio de un fenómeno concreto, no menos complejo que la generación de conocimiento científico, ni menos importante que la relación entre la ciencia y la sociedad, pero si, un fenómeno cuyos límites era posible establecer. Sin embargo, al ser el primer tema estudiado, la madurez con que fue abordado (y el enfoque teórico) no fue la misma con la que construí el último tema, es decir, el de la relación de los efectos de la ciencia sobre la sociedad. En este sentido, sería importante regresar al estudio de la relación entre la ciencia y la sociedad bajo el enfoque del análisis de la acción social involucrada en dicha relación. Así como también, resulta importante estudiar la función que tanto la docencia como la investigación cumplen en ambos procesos de forma separada (como se conceptúa en la actualidad dicha relación por una buena parte de los docentes y sobre todo de los investigadores) y como un solo proceso en el cuál ambas funciones se complementan. La investigación anterior tendría relevancia en el caso mexicano, al representar la docencia una de las salidas más importantes para el conocimiento que los científicos mexicanos generan.

Por lo que respecta a las técnicas de investigación utilizadas, estas fueron cualitativas, por lo tanto la información contenida en la presente investigación esta ligada tanto a las ventajas como a las desventajas que suelen acompañar a este tipo de información. Por ejemplo, a muchos de los científicos

entrevistados, nadie les había preguntado sobre el tema, por lo que, la entrevista realizada sirvió como un foro donde verter las opiniones que sobre la relación entre la ciencia y la sociedad venían pensando. Así, una encuesta (como al principio estaba planteada la investigación y que puede ser vista en el Anexo 1) sólo hubiera captado una, dos o tres opciones de las ofrecidas por la encuestadora a los científicos entrevistados; en cambio la entrevista produjo un diálogo que permitió conocer aspectos de la investigación que no estaban contemplados como fue el caso del tema sobre el tipo de investigación disciplinaria o multidisciplinaria que los investigadores realizaban. Es así, que la interpretación de la información dada por los entrevistados constituye una desventaja del método, debido a los sesgos implícitos en mi percepción de las respuestas dadas por los entrevistados.

Por otro lado, la sustentante y el Director de la tesis, decidieron no estudiar los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano a partir del uso de indicadores bibliométricos y de otros indicadores cuantitativos, ya que lo que se buscaba era, no sólo caracterizar a los sistemas estudiados, sino sobre todo comprenderlos y esto sólo es posible a partir de las opiniones vertidas por los actores que participan en la vida de dichos sistemas. Sin embargo, sería importante que la información generada en la presente investigación pudiera ser corroborada por el análisis de algunos indicadores cuantitativos, para ubicar mejor las opiniones vertidas por los investigadores entrevistados. Por ejemplo, el análisis de la participación de los científicos entrevistados en los procesos de difusión de la cultura científica y de vinculación con la sociedad que las instituciones donde laboran tienen registrada.

Por otra parte, se hace necesario entrevistar a científicos que lleven a cabo su labor en otros campos de conocimiento como las ciencias sociales, la educación y las humanidades para poder realizar una comparación con lo encontrado en México en dichos campos del conocimiento, pero sobre todo para dimensionar mejor como se llevan a cabo los procesos de investigación en las disciplinas relacionadas con las ciencias de la naturaleza.

Otra de las cuestiones que se dejó de hacer durante la presente investigación y que constituye un sesgo fundamental en la información vertida en éste

documento, fueron las entrevistas a los agentes de la sociedad que están interactuando con los científicos ya sea para generar el conocimiento que es utilizado en la resolución de problemas o bien como usuarios de dicho conocimiento. Sin embargo, a pesar de ser un componente tan importante, sólo fueron realizadas 3 entrevistas de este tipo, debido principalmente al esfuerzo que significó realizar el estudio de campo considerando el nivel de país como unidad de estudio. No obstante la importancia de lo mencionado anteriormente, la que sustenta junto con el Director, tomamos la decisión de centrarnos en la realización de las entrevistas a los científicos pues cómo ya se mencionó era importante conocer la opinión de los científicos sobre su percepción de la relación entre la ciencia y la sociedad. En el caso mexicano, además, como ya fue explicado en el apartado del diseño del estudio de campo, las desigualdades regionales que el sistema de ciencia y técnica presenta, hicieron necesarias la realización de entrevistas en las tres regiones más importantes que componen el país.

De esta manera, se pensó en la posibilidad de presentar los resultados de la investigación a grupos de administradores del sistema de ciencia y técnica tanto español como mexicano para conocer su opinión sobre los mismos. Sin embargo, por los motivos expuestos anteriormente, tampoco fue posible lograrlo, por lo que se deja como apunte de línea de investigación a seguir. Considero que la discusión con los tomadores de decisiones políticas con respecto al funcionamiento del sistema de ciencia y técnica es sumamente importante por varias razones, entre ellas, porque son los que están decidiendo qué se investiga a partir de las convocatorias que emiten, además en algunas instituciones, son los encargados de fijar las políticas de contratación y evaluación de desempeño de muchos científicos y por lo tanto también podrían influir sobre el tipo de investigación y el beneficio social que ella tiene. Pero sobre todo, porque es de su interés que el conocimiento científico que genere el sistema de ciencia y técnica sea de utilidad para la sociedad y como ya se vio en el presente documento, necesitan llevar a cabo acciones además de destinar mayores recursos para que eso ocurra.

Por lo que respecta a la propuesta de incorporación de algunos de los aprendizajes a los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano, ésta se

hace desde la teoría de aprendizaje social de Friedmann (2001), por dos razones. La primera de ellas porque el enfoque permite abordar la incorporación de innovaciones a los sistemas en cuestión, en éste caso el sistema de ciencia y técnica español y mexicano desde su conceptualización como sistemas de acción social que tiene fines, utiliza medios, tiene consecuencias y cumple funciones concretas a través de procesos y estructuras influenciadas por muchos elementos. En segundo lugar, la teoría del aprendizaje social concibe a la práctica y al aprendizaje como procesos correlativos, es decir, que un proceso implica al otro, que emanan del intento de cambiar la realidad mediante la práctica. El planteamiento anterior, es sumamente importante, puesto que son los propios científicos, quiénes tendrían que transformar su actuar a partir de su participación en procesos de interacción con la sociedad y en éste sentido el enfoque de aprendizaje social, les permitiría desarrollar propuestas de mejora de manera continua de dicho actuar en relación con la sociedad. La propuesta de mejora ha sido organizada en los puntos de mejora, quiénes podrían trabajar en ellos, así como un esbozo del proceso que se podría seguir para implementarlos.

Los aspectos mejorables

En el caso de la ciencia académica, los agentes que trabajen en la implementación de procesos de mejora, podrían incorporar a sus acciones los temas identificados como problemáticos en la presente investigación, por ejemplo:

1. El uso de mecanismos de distribución social del conocimiento que permitan la bidireccionalidad en la comunicación con la sociedad permitiría avanzar en la concientización de los científicos sobre el papel que desempeñan no en la ciencia mundial, sino en la ciencia de su país. Dichos mecanismos deberán lograr que no sólo se alfabetice científicamente a esta, sino que se asuma que puede ser una interlocutora (con sus respectivas heterogeneidades) en la definición de lo que se debería investigar.

2. Los científicos necesitan ser conscientes de la responsabilidad social de su labor, ya que sus acciones influyen en la realidad de las personas, tanto las que conviven con ellos, como las que no conviven, debido a la ubicuidad del conocimiento científico. En otras palabras, que si los científicos no trabajan para que el flujo de conocimiento científico llegue a la sociedad española y mexicana, que son las que les sustentan, estarán beneficiando solamente a las sociedades que están impulsando la creación de industrias del conocimiento para reconfigurar lo generado por la ciencia mundial.

3. Los científicos y los administradores de los sistemas de ciencia y técnica español y mexicano necesitan trabajar de manera conjunta para contrarrestar la influencia que las estructuras disciplinares tienen sobre la definición de lo que se investiga y cómo se lleva a cabo la investigación. La reflexión anterior, requiere así mismo pensar en el uso sólo de indicadores bibliométricos para valorar el trabajo realizado por los científicos. En consecuencia, valdría la pena dar seguimiento a los cuestionamientos que desde las mismas revistas especializadas se están realizando al respecto.

4. El fomento de parte de las instituciones académicas y de investigación de la participación de los científicos en grupos y redes de investigación multidisciplinaria, ya que esto les permitirá a éstos, no sólo generar las habilidades necesarias para trabajar colaborativamente con científicos que tienen otra forma de ver la investigación, sino que permitirá el intercambio entre las disciplinas que redundará en el surgimiento de nuevos enfoques de investigación. Como lo plantea Friedman (2001), las innovaciones son una propiedad emergente del trabajo colaborativo, no su finalidad. Lo mismo ocurriría en el caso de que se fomente la participación de los científicos en redes interinstitucionales donde interactúen con personas no especializadas.

5. La creación de industrias del conocimiento que permitirán a los diversos agentes de la sociedad acceder al conocimiento científico codificado en las publicaciones especializadas y ponerlo a disposición de la sociedad en formatos novedosos. La propuesta anterior, también permitirá emplear a la mano de obra sobrecualificada que esta trabajando en el sector privado en puestos que no les permiten desplegar sus capacidades para usar una

herramienta llamada generación de conocimiento científico, porque no han podido ser empleados en el sector público de investigación.

En el caso del conocimiento socialmente distribuido las propuestas que se podrían incorporar son:

1. La documentación y la investigación de cómo la ciencia y la técnica son utilizadas por diferentes actores sociales en la defensa y solución de sus intereses y sobre cómo estas se combinan con otro tipo de experticias para generar soluciones en los contextos de interacción donde se llevan a cabo las investigaciones donde participan.
2. La documentación e investigación sobre los mecanismos de comunicación bidireccional que utilizan para negociar con los participantes en la generación de conocimiento científico en contextos de interacción, lo que es posible investigar; considerando que dichos mecanismos requieren de un entendimiento común de los problemas que se están abordando.
3. La documentación e investigación sobre la forma en que se generan fines teleológicos provisionales para adaptarse a los cambiantes contextos donde interactúan y cómo la acumulación de conocimiento tácito en los participantes afecta a la capacidad para definir dichos fines.
4. Investigación de cómo se combina el conocimiento científico con otros saberes para la resolución de problemas específicos y como se genera conocimiento híbrido que es socialmente útil, pero no científicamente demostrable, y cómo esto puede afectar a la fiabilidad del conocimiento científico generado, base del sistema de ciencia y técnica y por lo tanto preocupación de las estructuras disciplinares.
5. Documentación e investigación de cómo se generan las interacciones en los grupos y redes interinstitucionales en las cuáles participan; así como también en como ocurre el manejo de poder al interior de las mismas, pues la utilidad social, debería pasar por la reflexión de utilidad social para quién.
6. Interacción de los participantes en el modo 2 con las industrias de conocimiento, para identificar las sinergias y las competencias, así como la

posibilidad de colaboración entre estos dos enfoques, los cuáles parecen ser muy cercanos.

Los agentes o quiénes podrían trabajar en la implementación de este tipo de propuestas y cómo podrían hacerlo

Por lo que aprendí en la presente investigación, el tema de la relación entre la ciencia y la sociedad está presente en la preocupación de muchos científicos, aun los que trabajan en la ciencia académica más fundamental, de vez en cuando, reflexionan sobre qué pasa con lo que ellos investigan. Incluso para la presente investigación hubo científicos y científicas que me dedicaron más del tiempo previsto en sus apretadas agendas para realizar la entrevista, manifestando que les había llamado la atención que alguien estuviera investigando en ese tipo de temas. Por supuesto también me encontré con los científicos clásicos (afortunadamente los menos) que siguen pensando que la sociedad (incluidos los científicos sociales) les quitan el tiempo cuando les interroga sobre estos aspectos de la investigación.

Por lo anteriormente expuesto, pienso que es factible organizar grupos de reflexión sobre la temática en cuestión al interior de cada una de las instituciones donde realice las entrevistas y por lo tanto al interior de otras instituciones del sistema de ciencia y técnica español y mexicano. Así, Friedmann (2001) propone organizar grupos pequeños, llamados por él como grupos de acción local, que se encuentren animados por participar en la discusión de estos temas. Luego esos grupos pequeños, podrían desarrollar proyectos pequeños que les permitan generar aprendizajes sobre el tema y confianza en que pueden colaborar en la discusión del tema. Después de la participación en varios proyectos de corto plazo que permitan la incorporación de lecciones aprendidas y a un mayor número de actores, dice Friedmann (*Ibíd.*) se puede desarrollar la gestión de un programa con visión de mediano plazo. Por último, como la masa crítica es importante para lograr cambios en las tradiciones (y no cómo decía Planck hasta que fallezcan los que defienden esas tradiciones) se necesita ubicar a más personas activas y comprometidas para que finalmente sean ellas las que conformen los grupos de acción local

que puedan llevar a mayores alturas la discusión sobre las relaciones entre la ciencia y la sociedad (Friedmann, 2001).

9. Referencias bibliográficas

Abbott, A., D. Cyranoski, N. Jones, B. Maher, Q. Schiermeier and R. Van Noorden. 2010. Do metrics matter? Nature Vol. 465|17 June 2010.

Albornoz, M. 2009. El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos e Interamericanos 2008. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior de la Asociación Civil Grupo REDES. Consultado en: <http://www.ricyt.org/interior/interior.asp?Nivel1=6&Nivel2=5&IdDifusion=25> el 17 de junio de 2009.

Anteproyecto de Ley de la Ciencia y la Tecnología. Borrador 0 de fecha 11 de febrero de 2009. Consultado en: https://lcyt.fecyt.es/wp-content/uploads/2009/02/borrador-cero-alcyt-11_02_09.pdf el 18 de junio de 2009.

ANUIES, 2010. Estadísticas de la educación superior. Asociación de Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Consultado en: http://www.anuies.mx/servicios/e_educacion/index2.php el 20 de diciembre de 2010.

Aristóteles. 1994. Metafísica. Introducción, traducción y notas de Tomás Calvo Martínez. Biblioteca Clásica Gredos. Madrid, España.

Aristóteles. 1998. Física. Introducción, traducción y notas de Guillermo R. de Echandía. Biblioteca Clásica Gredos. Madrid, España.

Bachelard, G. 1974. La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo. Madrid: Siglo XXI de España Editores.

Barnes, B. 1982. Kuhn y las ciencias sociales. Fondo de Cultura Económica, México.

Biblioteca de la Universidad de Sevilla, 2011. ¿Cuál es su índice h? Le explicamos cómo calcularlo. Consultado en: http://bib.us.es/aprendizaje_investigacion/guias_Directoriales/Directoriales/guia_inv_12-ides-idweb.html el 4 de marzo de 2011.

Biblioteca de la Universidad de Zaragoza, 2011. El factor de impacto de una revista. Consultado en: <http://biblioteca.unizar.es/buscar/factor.php> el 4 de marzo de 2011.

Boisier S. 2005. ¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización? Revista de la CEPAL 86: 48-62. Consultada en: http://www.hegoa.ehu.es/congreso/bilbo/cas/2_docu.htm el 15 de octubre de 2007.

Box G. E.; J. S. Hunter y W. G. Hunter. 2008. Estadística para Investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento. Segunda edición. Editorial Reverté, Barcelona, España. Consultado en: <http://www.reverte.com/catalogo/img/pdfs/9788429150445.pdf> el 10 de febrero de 2011.

Braun, T. e I. Dióspatonyi. 2005. Counting the gatekeepers of international science journals a worthwhile science indicator. Current Science, Vol. 89, No. 9, 10 November 2005. Consultado en: <http://www.ias.ac.in/currsci/nov102005/1548.pdf> el 19 de enero de 2010.

Braxton, J. 1996. Contrasting perspectives on the relationship between teaching and research. New Directions for Institutional Research, No. 90. Summer 1996. Jossey Bass Publishers. P-p. 5 – 14.

Brunner, J. J. y D. Uribe. 2007. Mercados universitarios: el nuevo escenario de la educación superior. Universidad Diego Portales, Santiago de Chile.

Bunge, M. (1985). Seudociencia e ideología. Madrid: Alianza Universidad.

Bunge, M. (1997). Ciencia, técnica y desarrollo. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.

Caspar, M. 1993. Kepler. Dover Publications. New York, United States of America.

Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA). 2007. La educación superior en Iberoamérica. Informe 2007. Editores Alférez Real 1464. Santiago de Chile.

Chitto, I. R. 1996. Pasado e futuro das revistas científicas. *Ciência da Informação* - Vol 25, número 3, 1996 – Artigos. Consultado en: <http://capim.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/463/422> el 16 de enero de 2011.

Clark, B. 1996. El problema de la complejidad en la educación superior moderna. En: Rothblatt, S. y B. Wittrock (Comp.) 1996. La universidad europea y americana desde 1800. Las tres transformaciones de la universidad. Ediciones Pomares Corredor. Serie Educación y conocimiento. Madrid.

Clerk Maxwell, J. 2006. Materia y movimiento. Editorial Crítica e Iberdrola. Madrid, España.

Cole, S., J. Cole y A. Simon. 1981. Chance and consensus in peer review. *Sciences, New Series*, Vol. 214, No. 4523, (Nov. 20, 1981) 881-886. Consultado en: http://www.columbia.edu/cu/univprof/jcole/pdf/1981Chance_and_Consensus.pdf el 19 de enero de 2010.

Daza, S. y T. Arboleda. 2007. Comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia. *Signo y pensamiento* No. 50:100-125, vol. XXVI, enero junio de 2007.

Dubos, R. 1996. Los sueños de la razón. Breviarios. Fondo de Cultura Económica, México.

Echandía, G. de. 1998. Introducción, traducción y notas. En: Aristóteles. 1998. Física. Biblioteca Clásica Gredos. Madrid, España.

Einstein, A. 1941. Prólogo. En: Planck, M. 1941. ¿A dónde va la ciencia? Editorial Lozada, Buenos Aires, Argentina.

Estébanez, E. 1998. La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social. Ponencia presentada al Segundo Taller de indicadores de impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social llevado a cabo en Mar del Plata, Argentina del 11 al 12 de diciembre de 1997. Consultado en: <http://www.redhucyt.oas.org/ricyt/interior/biblioteca/Estébanez.pdf> el 23 de octubre de 2008.

Evans, R., S. Guy y S. Marvin. 1999. Making a Difference: Sociology of Scientific Knowledge and Urban Energy Policies. Science Technology Human Values. Winter 1999 vol. 24 no. 1:105-131.

Fernández, C. 1995. La biblioteca de Alejandría, pasado y futuro. Revista General de Información y Documentación, Vol. 5, Núm. 1. Servicio de Publicaciones UCM Madrid. Consultado en: <http://revistas.ucm.es/byd/11321873/articulos/RGID9595120157A.PDF> el 14 de enero de 2011.

Fernández, J. 2010. ¿Cómo se hace la ciencia? Y ¿Cómo se comportan los científicos? En Maceiras, M. y L. Méndez. 2010. Ciencia e investigación en la sociedad actual. Editorial San Esteban, Salamanca, España.

Feynman, R. 1980. El carácter de la ley física. Antoni Bosch Editor. Traducción de Antoni Bosch. Barcelona, España.

Finley, M. 2008. La Grecia antigua. Segunda edición. Biblioteca de Bolsillo. Editorial Crítica. Barcelona, España.

Flick, U. 2004. Introducción a la investigación cualitativa. Editorial Morata, Madrid.

Forero C. y C. Estrada. 2008. Estrategias de visibilidad y formas organizativas de los grupos científicos: un análisis comparativo de seis países de América Latina. Ponencia presentada en: VII Esocite Jornadas Latino-Americanas de Estudios Sociales das Ciências e das Tecnologías 28, 29 y 30 de mayo de 2008 en Río de Janeiro, Brasil. Consultado en: <http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/trabalhos/35953.doc> el 30 de enero de 2009.

- Fornes, A. 1982. Grandes científicos. Editorial Nebrija, Madrid, España.
- Fortes, J. y L. Lomnitz. 1991. La formación del científico en México. UNAM, Siglo XXI Editores. México.
- Foucault, M. 2004. Discurso y verdad en la antigua Grecia. Segunda Edición. Serie Pensamiento Contemporáneo, Ediciones Paidós, Barcelona, España.
- Friedmann, J. 2001. Planificación en el ámbito público. Instituto Nacional de Administración Pública. Ministerio de Administraciones Públicas. Colección Estudios. Madrid, España.
- Galaz, J., L. Padilla, M. Gil y J. Sevilla. 2008. Los dilemas del profesorado en la educación superior mexicana. Revista Calidad en la Educación, Número 28, Julio de 2008. P-p 53-69.
- Galileo Galilei, 2006. Cartas a Cristina de Lorena. Historia de la ciencia. Primera edición en "Área de conocimiento ciencia y técnica" de Alianza Editorial, Madrid, España.
- Geiger, R. 1996. Investigación, educación de graduados y la ecología de las universidades en Estados Unidos: una historia interpretativa. En: Rothblatt, S. y B. Wittrock (Comp.) 1996. La universidad europea y americana desde 1800. Las tres transformaciones de la universidad. Ediciones Pomares Corredor. Serie Educación y conocimiento. Madrid.
- Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott y M. Trow. 1997. La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas. Ediciones Pomares Corredor. Colección educación y conocimiento. Madrid. 235 p.
- Gil Antón, M. 1997. Conocimiento científico y acción social. Crítica epistemológica a la concepción de ciencia en Max Weber. Gedisa Editorial, Barcelona, España.
- Gil Antón, M. 2002 Amor de ciudad grande: Una visión general del espacio para el trabajo académico en México. Sociológica, año 17, número 49, mayo-agosto de 2002. P-p 93-130.

Glänzel, W. y O. Persson. 2005. H-index for price medalists. International Society for Scientometrics and Informetrics (ISSI). Consultado en: <https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/167652/3/H-index+for+price.pdf> el 19 de enero de 2011.

González, F. y equipo de investigación. 2010. Selección, formación y práctica de los docentes investigadores. La carrera docente. Espacio Europeo de Educación Superior. Editorial Universitas, S. A. Madrid, España.

González, F. 2001. Generación del conocimiento y actividad educativa. Revista Complutense de Educación Vol. 12 Núm. 2:427-484.

González, F. y E. Macías. 2004. En torno al tema de la calidad en educación. Realidad y Leyes. En Revista Complutense de Educación. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Vol. 15, No. 1:301-338.

Habermas, J. 1986. Ciencia y técnica como ideología. Traducción de Manuel Jiménez Redondo En: Ciencia y técnica como ideología. Tecnos, Madrid, España pp. 53-112.

Habermas, J. 1982. Conocimiento e interés. Versión castellana de Manuel Jiménez, José F. Ivars y Luis Martín Santos. Madrid: Taurus.

Heimendahl, E. 1969. Física y filosofía. Diálogo de occidente. Madrid: Ediciones Guadarrama.

Heisenberg, W. 1997. Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos. Alianza Editorial, Madrid, España.

Heisenberg, W. 2004. Ciencia, incertidumbre y conciencia. Nivola, Madrid, España.

Horkheimer, M. 2002. Crítica de la razón instrumental. Traducción de Jacobo Muñoz. Editorial Trotta. Madrid, España.

Husserl, E. 1982. La idea de la fenomenología. Fondo de Cultura Económica, México.

Ibarra, E. 2001. La universidad en México hoy: gubernamentalidad y modernización. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana/Unidad Iztapalapa y Unión de Universidades de América Latina. México.

Kepler, J. 1990. El mensaje y el mensajero sideral. Introducción y traducción de Carlos Solís Santos. El Libro de Bolsillo, Alianza Editorial, Madrid, España.

Knorr-Cetina, K. 1999. Epistemic cultures. How the sciences make knowledge. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. United States of America.

Kuhn, T. 2006. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica. México.

Latour, B y S. Woolgar. 1995. La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos. Alianza Universidad. Madrid, España.

Latour, B. 1992. Ciencia en acción. Editorial Labor, Barcelona, España.

Ley de Ciencia y Tecnología. Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión. Estados Unidos Mexicanos. Publicada en el diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2002. Consultada en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf> el 18 de junio de 2009.

Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica. Promulgada el 14 de abril de 1986 en el BOE Número 93 de fecha 18 de abril de 1986. Consultada en: http://web.micinn.es/01_Portada/02@Servicios/05-Legislacion/Ley_Ciencia_13-86.pdf el 18 de julio de 2009.

Lindley, D. 2008. Incertidumbre. Einstein, Heisenberg, Bohr y la lucha por la esencia de la ciencia. Editorial Ariel, Madrid, España.

Lolas, F. 2008. Sobre académicos, academia y universidad. Necesidad de una clarificación. Revista Calidad en la Educación, Número 28, Julio de 2008. P-p 29-37.

López, J. A. 1998. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. Revista Iberoamericana de Educación. Número 18. Septiembre-Diciembre 1998. Consultado en: <http://rieoei.org/oeivirt/rie18a02.pdf> el 3 de marzo de 2011.

López, S. y S. Sandoval. 2007. Un análisis de la política de ciencia y tecnología en México (2001-2006). Estudios sociales, julio-diciembre, año/vol. XV, año 030. Universidad de Sonora, Hermosillo, México. Pp 135-165.

Luckmann, T. 1996. Teoría de la acción social. Editorial Paidós. Barcelona, España.

Luhmann, N. 1983. Fin y racionalidad en los sistemas. Sobre la función de los fines en los sistemas sociales. Traducción de Jaime Nicolás Muñiz. Editorial Nacional, Madrid, España.

Lundvall, B. 2010. National Systems of innovation. Toward a theory of innovation and interactive learning. Anthem Press. London, UK and New York, USA.

Macías, E. 2001. Persona y diversidad. Implicaciones educativas en la sociedad del conocimiento. Revista Complutense de Educación. Vol. 12, Núm. 2:595-621.

Marrou, H. 2004. Historia de la educación en la antigüedad. Segunda edición. Akal Editor, Madrid, España.

Medina Echavarría, J. 1944. Prólogo. En: Weber, M. 1944. Economía y sociedad. Esbozo de sociología comprensiva. Edición preparada por Johannes Winckelmann. Fondo de Cultura Económica, México.

Ministerio de Educación y Ciencia de España. 2007. Datos y cifras del sistema universitario. Ministerio de Educación y Ciencia de España. Consultado en: http://www.oei.es/quipu/espana/universidad_datos2006_2007.pdf el 20 de diciembre de 2010.

Murphy, J. 1941. Introducción biográfica. En: Planck, M. 1941. ¿A dónde va la ciencia? Editorial Lozada, Buenos Aires, Argentina.

Navarro, J. 2007. Los caminos cuánticos Feynman. Serie 27 científicos para la historia. Editorial Nivola. Madrid, España.

Nigel G. y M. Mulkay. 1984. Opening Pandora's Box. A sociological analysis of scientists' discourse. Press Syndicate of University of Cambridge. New York USA.

OCDE. 2009a. Innovación Regional en 15 estados mexicanos. Síntesis OCDE. Consultado en: <http://www.oecd.org/dataoecd/4/4/43058465.pdf> el 15 de mayo de 2009.

OCDE. 2009b. Reviews of innovation policy. Consultado en: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9209051E.PDF> el 28 de octubre de 2009.

OCDE. 2002. Frascati manual: proposed standard practice for surveys on research and experimental development. Organisation For Economic Co-Operation and Development. Paris. 254 p.

Planck, M. 2000. Autobiografía científica y últimos escritos. Madrid: Nivola Libros y Ediciones.

Planck, M. 1941. ¿A dónde va la ciencia? Editorial Losada, Buenos Aires, Argentina.

Platón. 1986. Diálogos III: Fedón, Banquete, Fedro. Traducciones, introducciones y notas por C. García Gual, M. Martínez Hernández e Lledó Iñigo. Editorial Gredos. Madrid, España.

Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012. Estados Unidos mexicanos. Presidencia de la República. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el martes 16 de diciembre de 2008. Primera sección 56-123 pp.

Rebok S. (Editora científica). 2010. N siglo de intercambio científico entre España y Alemania. Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Deutscher Akademischer Austausch Dienst, Madrid, España.

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). 2008. Indicadores de Ciencia y Tecnología. Consultado en:

[http://bd.riicyt.org/explorer.php/query/submit?excel=on&indicators\[\]=POBLA&sy ear=1990&eyear=2008&](http://bd.riicyt.org/explorer.php/query/submit?excel=on&indicators[]=POBLA&sy ear=1990&eyear=2008&) el 19 de noviembre de 2010.

Ringer, F. 1995. El ocaso de los mandarines alemanes. La comunidad académica alemana, 1890-1933. Ediciones Pomares Corredor. Colección educación y conocimiento. Madrid. 446 p.

Rivadulla, A. 1991. Apriorismo y base empírica en los orígenes de la estadística matemática. Llull, Vol. 14: 187-219. Consultado en: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=62084&orden=0 el 20 de marzo de 2011.

Rubén Blanco, J. 1993-1994. Las relaciones entre ciencia y sociedad: hacia una sociología histórica del conocimiento científico. Política y Sociedad, 14/15, 35-45, 1993-94. Consultado en: <http://revistas.ucm.es/cps/11308001/articulos/POSO9394110035A.PDF> el 4 de marzo de 2011.

Sagasta, P. 1903. Academias científicas. Revista de Obras Públicas, 15 de enero de 1903. Consultado en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1903/1903_tomol_04.pdf el 15 de enero de 2011.

Sánchez, J. M. 2006. Introducción del libro Materia y Movimiento de James Clerk Maxwell. Editorial Crítica e Iberdrola. Madrid, España.

Schrödinger, E. 1997. La naturaleza y los griegos. Traducción y prólogo de Víctor Gómez Pin. Tusquets Editores, Barcelona, España.

SCIMAGO. 2010. SJR — SCIMAGO Journal & Country Rank. Retrieved February 12, 2011, from <http://www.scimagojr.com>

Secretaría de Educación Pública. 2006. Programa de Mejoramiento del Profesorado Un primer análisis de su operación e impactos en el proceso de fortalecimiento académico de las universidades públicas SEP. México.

Silva, L. C. 1997. Cultura estadística e investigación científica en el campo de la salud: una mirada crítica. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.

Solís, C. 1990. Introducción. En: Kepler. 1990. El mensaje y el mensajero sideral. Traducción de Carlos Solís Santos. El Libro de Bolsillo. Alianza Editorial, Madrid, España.

Tapia, J. A. 1997. Prólogo. En: Silva, L. C. 1997. Cultura estadística e investigación científica en el campo de la salud: una mirada crítica. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.

Tucídides 2008. La guerra del Peloponeso. Madrid: Alianza.

Valero. A. 2002. ¿Epistemología o sociología? Hacia un enfoque normativo de la sociología del conocimiento. Praxis sociológica 6. Editorial Azacanes. Castilla La Mancha, España. Consultado en: [http://www.praxissociologica.org/ Praxis/documents/Revista_n6.pdf](http://www.praxissociologica.org/Praxis/documents/Revista_n6.pdf) el 10 de marzo de 2011.

Van Noorden, R. 2010. A profusion of measures. Published online 16 June 2010 | Nature 465, 864-866 (2010) | doi:10.1038/465864a. Consultado en: <http://www.nature.com/news/2010/100616/full/465864a.html> el 4 de marzo de 2011.

Vessuri, H. 1992. Perspectivas recientes en el estudio social de la ciencia. Fin de siglo. Revista editada en la Universidad del Valle, No 3: 40-52 pp. Consultada en: http://www.google.es/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=2&url=http%3A%2F%2Fwww.ivic.ve%2Festudio_de_la_ciencia%2FPerspectivas.pdf&ei=V4mESYWWN4TYNOXnzO4D&usg=AFQjCNFv7Dy5av1VtSuqXLG_GBZ42Wq_Cg&sig2=QDE_44H65_6DQK_PmcFcAA el 31 de enero de 2008.

Vessuri, H. 2002. Ciencia, tecnología y desarrollo: una experiencia de apropiación social del conocimiento. Interciencia, febrero, año/vol. 27, núm. 002. Pp. 88-92. Consultado en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/339/33906510.pdf> el 4 de marzo de 2011.

Von Bertalanffy, L. 1976. Teoría General de los Sistemas. México: Fondo de Cultura Económica, México. Consultado en: <http://suang.com.ar/web/wp-content/uploads/2009/07/tgsbertalanffy.pdf> el 3 de marzo de 2011.

Weber, M. 1944. Economía y sociedad. Esbozo de sociología comprensiva. Edición preparada por Johannes Winckelmann. Fondo de Cultura Económica, México.

Weber, M. 1971. Sobre la teoría de las ciencias sociales. Ediciones Península, Barcelona, España.

Weber, M. 2007. La ciencia como profesión. La política como profesión. Edición y traducción de Joaquín Abellán. Editorial Espasa Calpe. Madrid. 237 p.

Wikipedia, 2011. Biología. Consultado en: http://es.wikipedia.org/wiki/Biolog%C3%ADa#Campos_de_estudio el 10 de febrero de 2011.

Wittrock, B. 1996. Las tres transformaciones de la universidad. En: Rothblatt, S. y B. Wittrock (Comp.) 1996. La universidad europea y americana desde 1800. Las tres transformaciones de la universidad. Ediciones Pomares Corredor. Serie Educación y conocimiento. Madrid.

World Economic Forum. 2011. The Global Competitiveness Report 2010–2011 Consultado en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf el 20 de marzo de 2011.

Zaman, M. Q. 2004. Evidence on the relationship between teaching and research in higher education. DfES Publications United Kingdom. Consultado en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ir.37019969003/abstract> el 1 de diciembre de 2010.

Ziman, J. 1978. La credibilidad de la ciencia. Madrid: Alianza Editorial.

Ziman, J. 1980. Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad. México: Fondo de Cultura Económica.

Páginas Web consultadas

Centros de Investigación Biomédica en Red. Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España. Consultada en: http://www.isciii.es/htdocs/redes/redes_presentacion.jsp) el 11 de marzo de 2011.

Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY). Consultada en: <http://www.cicy.mx/> el 20 de marzo de 2011.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 2009. Página web consultada en: <http://www.conacyt.mx/Paginas/default.aspx> el 20 de marzo de 2011.

Departamento de cultura científica del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa. Consultada en: <http://www.cbm.uam.es/ccientifica/quienessomos.html> el 11 de marzo de 2011.

Departamento de difusión de la cultura de la Universidad Nacional Autónoma de México. Consultada en: <http://www.unam.mx/> el 11 de marzo de 2011.

Semana de la Ciencia 2010. Consultada en: <http://www.semanadelaciencia.es/Publico/entidades.aspx> el 20 de marzo de 2011.

Semana Nacional de Ciencia y Tecnología 2010. Consultada en: <http://www.conacyt.mx/comunicacion/sncyt/Paginas/default.aspx> el 20 de marzo de 2011.

Universidad Autónoma de Madrid. Consultada en: <http://www.uam.es/ss/Satellite/es/home> el 20 de marzo de 2011.

Universidad de Sevilla. Consultada en: <http://www.us.es/> el 20 de marzo de 2011.

10. Anexos

10.1. Índice de tablas

Tabla 1. Gasto en ciencia y técnica y sectores que la financiaron en 2005. ____	9
Tabla 2. Investigadores, patentes y publicaciones de los países estudiados en 2005. _____	11
Tabla 3. Posición de México y España en el Índice de competitividad global en 2010 y 2011. _____	11
Tabla 4. Producción de artículos científicos en varios países entre 1996 y 2009. _____	94
Tabla 5. Indicadores para contextualizar el desempeño de los sistemas de ciencia y técnica en España y en México. _____	170
Tabla 6. Personal de investigación e indicadores de educación superior por cada mil habitantes de la PEA. _____	170
Tabla 7. Personal docente de licenciatura por nivel de estudios y tiempo de dedicación en México en 1999. _____	172
Tabla 8. Profesorado de los cuerpos docentes universitarios de España, curso 2004-2005. _____	173
Tabla 9. Número de titulados en la educación pre graduada y posgraduada en España y México entre 1991 y 2006. _____	173

Tabla 10. Campos de conocimiento y disciplinas de los investigadores entrevistados.	175
Tabla 11. Conceptos utilizados en el análisis de la información recabada en la presente investigación.	179
Tabla 12. Ubicación geográfica de las instituciones donde laboraban los investigadores y docentes entrevistados.	184
Tabla 13. Campo de conocimiento y disciplina a la que pertenecen los investigadores y docentes entrevistados.	186
Tabla 14. Resultados del conteo de votos de hasta tres opiniones por entrevistado sobre docencia e investigación vertidas por los docentes e investigadores entrevistados.	192
Tabla 15. Resultados del conteo de votos de una sola opinión por entrevistado sobre docencia e investigación vertidas por los docentes e investigadores entrevistados.	192
Tabla 16. Resultados más relevantes por perspectiva.	193
Tabla 17. Desempeño de la relación docencia e investigación debido a la influencia de los actores involucrados en dicha relación.	198
Tabla 18. Razones por las que los docentes e investigadores que trabajan en universidades y centros de investigación se dedicaron a la generación de conocimiento científico.	201
Tabla 19. Relación entre las perspectivas analizadas y el antecedente por el que los investigadores decidieron trabajar en investigación.	202
Tabla 20. Relación entre tipos de investigación, tipos de concreción de problemas de investigación y beneficios sociales mencionados por los entrevistados.	206
Tabla 21. Relación entre el tipo de investigaciones que realizan los entrevistados y la perspectiva que tienen con respecto a la vinculación entre docencia e investigación.	210

Tabla 22. Relación entre la forma en que los entrevistados concretan sus problemas de investigación y la perspectiva que tienen de la vinculación entre docencia e investigación. _____	212
Tabla 23. Beneficio social más importante del trabajo realizado por los entrevistados. _____	213
Tabla 24. Relación entre el beneficio social de la investigación que realizan los entrevistados y la perspectiva de la vinculación docencia e investigación. _	214
Tabla 25. Tipo de investigación que realizan los investigadores y docentes entrevistados. _____	218
Tabla 26. Campo de conocimiento en el que están realizando sus investigaciones los investigadores y docentes entrevistados. _____	218
Tabla 27. Contribución más importante de los investigadores y docentes españoles y mexicanos entrevistados. _____	220
Tabla 28. Beneficio social de las investigaciones llevadas a cabo por los investigadores y docentes entrevistados. _____	221
Tabla 29. Forma en que concretaron el problema de investigación que estudian los investigadores y docentes entrevistados. _____	225
Tabla 30. Tipo de investigación y forma de colaborar para realizarla, llevada a cabo por los científicos entrevistados. _____	226
Tabla 31. Técnicas de investigación utilizadas por los entrevistados. _____	228
Tabla 32. Técnicas de investigación cualitativas empleadas por los docentes e investigadores entrevistados. _____	229
Tabla 33. Técnicas de investigación cuantitativa utilizadas por los entrevistados. _____	230
Tabla 34. Forma de generar consenso sobre el conocimiento científico válido mencionadas por los entrevistados. _____	233

Tabla 35. Criterios empleados para la revisión de artículos científicos mencionados por los entrevistados. _____	235
Tabla 36. Formas de desarrollar la crítica al interior del grupo de trabajo de acuerdo a lo manifestado por los docentes e investigadores entrevistados. _____	237
Tabla 37. Mecanismos de vinculación empleados por los entrevistados para socializar el conocimiento científico que generan. _____	239
Tabla 38. Mecanismos de difusión para la socialización del conocimiento generado por los entrevistados. _____	241
Tabla 39. Importancia que los científicos tienen para la sociedad de acuerdo a la opinión de los entrevistados. _____	244
Tabla 40. El papel que la sociedad desempeña en el sistema de ciencia y técnica de acuerdo a lo expresado por los entrevistados. _____	246
Tabla 41. Finalidad de la generación de conocimiento científico expresada por los entrevistados. _____	250
Tabla 42. Finalidad de la generación de conocimiento científico expresada por los científicos entrevistados en España y en México. _____	283
Tabla 43. Finalidades de la ciencia desde la perspectiva de docentes e investigadores. _____	304
Tabla 44. Cuestionario utilizado para recopilar la opinión de los científicos sobre su trabajo de investigación y su relación con la sociedad. _____	361
Tabla 45. Cuestionario dirigido a los usuarios o colaboradores en las investigaciones científicas. _____	368
Tabla 46. Cuestionario para directivos de instituciones o funcionarios que trabajan en el sistema de ciencia y técnica. _____	370

10.2. Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Porcentaje del PIB destinado a ciencia y técnica entre 1993 y 2005. Fuente: RICYT, 2009. Elaboración propia.	7
Ilustración 2. Esquematzación de cómo se genera el conocimiento, la experiencia y el conocimiento científico. Elaboración propia.	21
Ilustración 3. Docencia e investigación en la ciencia académica y en la distribución social de conocimiento, en base a Gibbons, <i>et al.</i> (1997). Elaboración propia.	41
Ilustración 4. Características de la generación de conocimiento científico en la tradición griega. Fuente: Aristóteles (1998 y 1994), Echandía (1998), Finley (2008), Fornes (1982), Foucault (2004), Marrou (2004), Solís (1990) y Schrödinger (1997). Elaboración propia	56
Ilustración 5. Generación de conocimiento científico durante la época de Galileo. Fuente: Crease (2009), Chitto (1996), Dubos (1996), Fornes (1982), Galileo (2006), González (2006), Heisenberg (1977), Kepler (1990), Sagasta (1903) y Solís (1990). Elaboración propia	63
Ilustración 6. Clerk Maxwell y la ciencia del siglo XIX. Fuente: Clerk Maxwell (2006), Fornes (1982), Gil Antón (1997), Heisenberg (2004), Husserl (1907), Ringer (1995), Sánchez (2006), Weber (2007 y 1971) y Wittrock (1996). Elaboración propia.	71
Ilustración 7. Max Planck y la generación de conocimiento científico en el cambio de siglo. Fuente: Boisier (2005), Chitto (1996), Einstein (1941), Geiger (1996), Habermas (1986), Heisenberg (1977), Lindley (2007), Murphy (1941), Planck (1941), Rebok (2010), Ringer (1995), Schrödinger (1996) y Wittrock (1995). Elaboración propia.	82
Ilustración 8. Disciplinas y subdisciplinas de la biología. Fuente: Wikipedia, 2011. Elaboración propia	86

Ilustración 9. Patrón ideal de la ciencia académica. Fuente: Gibbons, et al. (1997). Elaboración propia. _____	98
Ilustración 10. Feynman y la generación de conocimiento científico durante la gran ciencia. Fuente: Box, <i>et al.</i> , (2008), Braun y Dióspatonyi (2005), Clark (1996), Feynman (1980), Fortes y Lomnitz (1991), Gibbons, <i>et al.</i> (1995), Glänzel y Persson (2005), Heisenberg (2004), Latour y Woolgar (1995), Navarro (2007), Silva (1997), Tapia (1997) y Vessuri (1992). Elaboración propia. _____	104
Ilustración 11. Patrón ideal del conocimiento socialmente distribuido. Fuente: Gibbons, <i>et al.</i> (1997). Elaboración propia. _____	105
Ilustración 12. Gibbons y el conocimiento socialmente distribuido. Fuente: Fernández (2010) y Gibbons, <i>et al.</i> (1997). Elaboración propia. _____	110
Ilustración 13. Forma de estudio de la fenomenología según Husserl (1982). Elaboración propia. _____	117
Ilustración 14. Influencia de la tradición sobre la forma de investigar de acuerdo a Heisenberg (1977). Elaboración propia. _____	118
Ilustración 15. El estudio de la ciencia de acuerdo a Barnes (1982). Elaboración propia. _____	121
Ilustración 16. El estudio de la ciencia de acuerdo a Weber (1971). Elaboración propia. _____	123
Ilustración 17. La construcción de hechos científicos según Latour y Woolgar (1995). Elaboración propia. _____	128
Ilustración 18. La arqueología del saber de acuerdo con Foucault (1979). Elaboración propia. _____	130
Ilustración 19. La estructura de las revoluciones científicas según Kuhn (2006). Elaboración propia. _____	133
Ilustración 20. Descripción de la acción social en la vida cotidiana. Fuente: Luckmann, 1996. Elaboración propia. _____	155

Ilustración 21. Tipos de acción social. Fuente: Luckman, 1996. Elaboración propia. _____	157
Ilustración 22. Sistema de acción social propuesto por Luhmann. Fuente: basado en Luhmann, 1983. Elaboración propia. _____	164
Ilustración 23. Sistema de acción social de la ciencia académica. Fuente: Gibbons, <i>et al.</i> , 1997 y Luhmann, 1983. Elaboración propia. _____	166
Ilustración 24. Sistema de acción social del conocimiento socialmente distribuido. Fuente: Gibbons, <i>et al.</i> , 1997 y Luhmann, 1983. Elaboración propia. _____	167
Ilustración 25. Edad promedio y sexo de los científicos entrevistados. Elaboración propia. _____	174
Ilustración 26. Comparación de los argumentos planteados por Zaman (2004) y los encontrados en las respuestas de los entrevistados con respecto a la relación docencia e investigación. Elaboración propia. _____	189
Ilustración 27. Atributos que pueden permitir la caracterización de los modos de generación de conocimiento científico. Elaboración propia. _____	205
Ilustración 28. Beneficios sociales de la investigación científica. Fuente: Elaboración propia. _____	252
Ilustración 29. Principal contribución del trabajo científico. Fuente: elaboración propia. _____	252
Ilustración 30. Mecanismos de difusión utilizados por los científicos. Fuente: elaboración propia. _____	253
Ilustración 31. Mecanismos de vinculación usados por los científicos. Fuente: elaboración propia. _____	253
Ilustración 32. Patrón ideal y funcionamiento actual de la ciencia académica. Fuente: Gibbons, <i>et al.</i> (1997), SCIMAGO (2009) y RICYT (2009). Elaboración propia. _____	255

Ilustración 33. Influencia de la sociedad en la definición de lo que la ciencia estudia. Fuente: elaboración propia. _____	257
Ilustración 34. Forma en que la sociedad ha solicitado la participación de los científicos. Fuente: elaboración propia. _____	257
Ilustración 35. Criterios institucionales para integrar grupos de investigación manifestados por los entrevistados. Fuente: elaboración propia. _____	258
Ilustración 36. Criterios usados por los científicos para la revisión de artículos científicos. Fuente: elaboración propia. _____	261
Ilustración 37. Cómo se genera consenso sobre el conocimiento científico válido. Fuente: elaboración propia. _____	261
Ilustración 38. Tipo de investigación en la que trabajan los científicos. Fuente: elaboración propia _____	263
Ilustración 39. Cómo los científicos concretaron el problema de investigación en el que actualmente trabajan. Fuente: elaboración propia. _____	263
Ilustración 40. Técnicas de investigación usadas por los científicos. Fuente: elaboración propia. _____	266
Ilustración 41. Reconocimiento que los científicos obtienen por su trabajo. Fuente: elaboración propia. _____	266
Ilustración 42. Influencia de los científicos en la sociedad. Fuente: elaboración propia. _____	267
Ilustración 43 Participación de científicos en grupos de investigación. Fuente: elaboración propia. _____	275
Ilustración 44. Criterios empleados por los científicos para integrar grupos de investigación. Fuente: elaboración propia. _____	275
Ilustración 45. Influencia de la sociedad española en la definición de lo que se estudia en ciencia. Fuente: elaboración propia. _____	285

Ilustración 46. Cómo se concreta el problema de investigación en España. Fuente: elaboración propia. _____	285
Ilustración 47. Principal contribución de los científicos en España. Fuente: elaboración propia. _____	287
Ilustración 48. Beneficios sociales de la investigación científica en España. Fuente: elaboración propia. _____	287
Ilustración 49. Mecanismos de difusión utilizados por los científicos en España. Fuente: elaboración propia. _____	288
Ilustración 50. Mecanismos de vinculación utilizados por los científicos en España. Fuente: elaboración propia. _____	288
Ilustración 51. Forma en que la sociedad ha solicitado la participación de los científicos en España. Fuente: elaboración propia. _____	289
Ilustración 52. Influencia de los científicos en la sociedad española. Fuente: elaboración propia. _____	289
Ilustración 53. Influencia de la sociedad mexicana en la definición de lo que se estudia en la ciencia. Fuente: elaboración propia. _____	291
Ilustración 54. Beneficios de la investigación científica en México. Fuente: elaboración propia. _____	291
Ilustración 55. Cómo se concreta el problema de investigación en México. Fuente: elaboración propia. _____	294
Ilustración 56 Mecanismos de difusión utilizados por los científicos en México. Fuente: elaboración propia. _____	294
Ilustración 57. Mecanismos de vinculación utilizados por los científicos en México. Fuente: elaboración propia. _____	295
Ilustración 58. Forma en que la sociedad ha solicitado la participación de los científicos en México. Fuente: elaboración propia. _____	295

Ilustración 59. Influencia de los científicos en la sociedad mexicana. Fuente: elaboración propia.	296
Ilustración 60. Criterios institucionales para integrar grupos de investigación en España. Fuente: elaboración propia.	298
Ilustración 61. Criterios institucionales para integrar grupos de investigación en México. Fuente: elaboración propia.	298
Ilustración 62. Participación de científicos en grupos de investigación en España. Fuente: elaboración propia.	300
Ilustración 63. Participación de científicos en grupos de investigación en México. Fuente: elaboración propia.	300
Ilustración 64. Tipo de investigación en la que trabajan los científicos en México. Fuente: elaboración propia.	301
Ilustración 65. Tipo de investigación en la que trabajan los científicos en España. Fuente: elaboración propia.	301
Ilustración 66. Beneficio social de la investigación científica desde la perspectiva de los docentes. Fuente: elaboración propia.	305
Ilustración 67. Beneficio social de la investigación científica desde la perspectiva de los investigadores. Fuente: elaboración propia.	305
Ilustración 68. Principal contribución de la investigación científica que realizan los investigadores. Fuente: elaboración propia.	307
Ilustración 69. Principal contribución de la investigación científica que realizan los docentes. Fuente: elaboración propia.	307
Ilustración 70. Influencia de la sociedad sobre la definición de lo que la ciencia estudia, desde la perspectiva de los docentes. Fuente: elaboración propia.	308
Ilustración 71. Influencia de la sociedad en la definición de lo que se estudia de acuerdo con investigadores. Fuente: elaboración propia.	308

Ilustración 72. Reconocimiento que obtienen los docentes por su trabajo. Fuente: elaboración propia. _____	309
Ilustración 73. Reconocimiento que obtienen los investigadores por su trabajo. Fuente: elaboración propia. _____	310
Ilustración 74. Mecanismos de difusión usados por los docentes. Fuente: elaboración propia. _____	311
Ilustración 75. Mecanismos de difusión usados por los investigadores. Fuente: elaboración propia. _____	311
Ilustración 76. Mecanismos de vinculación utilizados por los investigadores. Fuente: elaboración propia. _____	312
Ilustración 77. Mecanismos de vinculación utilizados por los docentes. Fuente: elaboración propia. _____	312

10.3. Instrumentos utilizados

En la Tabla 44 se presenta el cuestionario utilizado para realizar la entrevista a los científicos; dicho cuestionario contiene preguntas abiertas y preguntas cerradas. Durante la realización de la primera entrevista, me di cuenta que las preguntas cerradas aportaban información muy escueta sobre algunos de los fenómenos estudiados, por lo que decidí que era mejor aplicar todo el cuestionario como preguntas abiertas, grabando las respuestas dadas por los entrevistados para posteriormente transcribir sus respuestas.

La decisión mencionada en el párrafo anterior, fue muy importante, puesto que los entrevistados al responder a dichas preguntas lo hicieron de una forma muy amplia, proporcionando información sobre el fenómeno que yo no había considerado y por lo tanto me permitió recopilar información sobre temas que me ayudaron a integrar mejor la descripción del fenómeno; así como la explicación de las causalidades que lo determinan.

Por lo que respecta al cambio que hubo en la redacción de las preguntas, durante las primeras entrevistas, me di cuenta que la forma en que están planteadas varias de las preguntas del cuestionario no era la forma más adecuada, pues tuve que explicar de varias maneras lo que estaba preguntando con esa pregunta particular. Por ejemplo, la pregunta 2 de la referida Tabla 44, ¿Cuál ha sido, a su juicio, el componente de su formación básica más importante en su condición de investigador?, que tuve que cambiar por la pregunta ¿Cómo o porque decidió ser investigador o investigadora?. Ocurrió algo similar con la pregunta 4 de la Tabla 44, ¿Cómo se vinculan, a su juicio, la docencia y la investigación?, la cuál tuve que precisar y por lo tanto la pregunta se transformó en Estoy preguntando también sobre la relación entre docencia e investigación, ¿Cómo considera usted que se da o que se debería de dar?. En la pregunta 6, sí bien no necesite cambiar la pregunta si tuve que precisar mejor en varias ocasiones a lo que me refería, así además de la pregunta ¿Cuál ha sido su contribución más importante al campo del conocimiento en que trabaja?; algunos entrevistados me interrogaron sobre si la pregunta se refería la contribución académica o social, en este sentido debía

aclarar que lo que me interesaba indagar era lo que ellos consideraran más importante. Como aclaro uno de los entrevistados “si una cosa es lo que yo considero importante y otra lo que realmente ha sido más beneficioso”.

Las preguntas 27 y 28 ¿Qué trascendencia social tienen a su juicio los científicos más reconocidos dentro del sistema de investigación? Y ¿Qué situación desempeña la sociedad, a su juicio, en el sistema de investigación?, respectivamente, también requirieron de precisiones. Muchos de los entrevistados entendían la trascendencia social de los científicos como el papel desempeñado por los científicos dentro de la comunidad científica, por lo que tuve que aclarar en varias ocasiones que lo que me interesaba era conocer la influencia de los científicos en la sociedad en general. Por lo que respecta a la pregunta 28 la aclaración fue más constante porque también tuve que explicar que me interesaba conocer si se tomaba en cuenta a la sociedad para decidir lo que se investigaba.

Por otra parte, por lo que se refiere al orden en que formulé las preguntas, el cuestionario tiene un orden que responde a los componentes del sistema de ciencia y técnica, es decir, los científicos, el conocimiento y la comunidad científica, por lo que me di cuenta que algunas de las preguntas o bien se repetían o era necesario interrumpir la fluidez de la conversación porque la siguiente pregunta cambiaba el tema y más adelante otra pregunta volvía a regresar a dicho tema. Por lo anteriormente explicado, en las primeras entrevistas, hice las preguntas en el orden en que están planteadas en el cuestionario de la Tabla 44; sin embargo, también me di cuenta que varios temas eran detonantes para que el entrevistado o la entrevistada empezaran a interesarse en la entrevista y por lo tanto a explayarse en sus respuestas. Por ejemplo, la pregunta 2 de dicha tabla ¿Cuál ha sido, a su juicio, el componente de su formación básica más importante en su condición de investigador?, permitía a los entrevistados entrar en un estado de reflexión sobre sus motivaciones iniciales para trabajar en la generación de conocimiento científico lo que los hacía más reflexivos acerca de las preguntas que yo formulaba sobre su trabajo actual, por lo que decidí empezar las entrevistas con esta pregunta y ya después empezar a precisar las cuestiones sobre el campo disciplinar, los estudios formales, etc.

Otra pregunta detonante fue la número 17 ¿Cuál es el problema científico cuyas soluciones investiga actualmente? Seguida de la número 18 ¿Cómo concretó este problema de investigación?, las cuáles, en varias ocasiones cambié el orden, pues una vez que los entrevistados comenzaban a platicarme acerca de sus motivaciones para convertirse en científicos, a veces continuaban su historia hasta explicarme como concretaron o llegaron a decidir el problema de investigación en el qué trabajan actualmente. Otras veces, por el contrario resultaba más fácil que me explicaran primero cuál era su tema de investigación y después cómo habían decidido trabajar en dicho tema. En realidad.

La reflexión que me dejó la utilización del cuestionario de la Tabla 44 es que puede ser mejor ordenar la secuencia del cuestionario utilizando como guía el proceso de investigación, por ejemplo el problema de investigación con el cuál trabaja, como lo hace la investigación y como la socializa y en ese sentido, las interacciones con todos los agentes que trabajan en las diferentes partes del proceso.

TABLA 44. CUESTIONARIO UTILIZADO PARA RECOPILAR LA OPINIÓN DE LOS CIENTÍFICOS SOBRE SU TRABAJO DE INVESTIGACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA SOCIEDAD.

La generación de conocimiento científico y la relación de sus efectos en la sociedad

Cuestionario Científicos

Presentación

El cuestionario tiene como finalidad conocer la opinión de diferentes actores del sistema de generación de conocimiento científico, sobre el funcionamiento del mismo y su relación con la sociedad. Esta dividido en tres secciones que abordan los tres componentes del entendimiento social de la ciencia planteado por Ziman (1980), de tal forma que la información recabada pueda contrastarse con dicho entendimiento para conocer como funciona el sistema en una realidad concreta. Agradezco su amabilidad al responder a este instrumento.

Nombre:	
Edad:	
Sexo:	
Institución en la que labora	

	I. El Científico		
1.-	¿En qué campo del conocimiento científico lleva a cabo su investigación?		
	Campo	Disciplina	Subespecialidad
	() Ciencias naturales y exactas		
	() Ciencias sociales		
	() Ciencias agrícolas		
	() Historia		
	() Ética y política		
	() Estética		
2.-	¿Cuál ha sido, a su juicio, el componente de su formación básica más importante en su condición de investigador?. Subraye una de las siguientes opciones a) Educación formal b) Formación de capacidades a través de la experiencia en la investigación c) La influencia de un enfoque científico específico d) Vivencia o situación específica e) Otra (especifique)_____		
3.-	¿Cuál es su formación básica en este campo del conocimiento? a) Formal mayoritariamente b) No formal mayoritariamente		
4.-	¿Cómo se vinculan, a su juicio, la docencia y la investigación?		
5.-	¿Cuántos años ha trabajado en este campo de conocimiento?		
6.-	¿Cuál ha sido su contribución más importante al campo del conocimiento en que trabaja? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Aportaciones teóricas b) Conjugación de enfoques de diferentes disciplinas c) Conocimiento específico que puede ser aplicado d) Otra (especifique): _____		
7.-	¿Qué técnicas fundamentales de investigación ha empleado para generar esa contribución?		
	7.1. Cualitativas: a) Observación de campo o directa b) Observación participante c) Investigación acción participativa d) Investigación acción participativa e) Historias de vida f) Talleres g) Análisis cartográfico h) Otra _____	7.2. Cuantitativas: a) Análisis estadístico b) Análisis multicriterio c) Experimentación d) Modelación e) Otra _____	
8.-	¿Cuántos artículos ha escrito en relación a este tema de investigación y en qué revistas? a) En revistas internacionales: b) En revistas nacionales: c) En libros: d) En otros medios de difusión:		

9.-	<p>¿Pertenece a algún grupo de investigación científica?</p> <p>Si () No ()</p> <p>(Si responde negativamente pase a la pregunta 12)</p>
10.-	<p>Señale las instituciones a las que pertenecen los investigadores adscritos.</p>
11.-	<p>¿El grupo de investigación cuenta con mecanismos para la vinculación con la sociedad?</p> <p>Si () No ()</p> <p>¿Cuáles?. Señale</p> <p>(Pase a la pregunta 13)</p>
12.-	<p>¿Su proyecto de investigación cuenta con mecanismos para la vinculación con la sociedad?</p> <p>Si () No ()</p> <p>¿Cuáles?</p>
13.-	<p>¿El grupo de investigación o su proyecto de investigación cuenta con mecanismos para la difusión de sus producciones?</p> <p>Si () No ()</p> <p>¿Cuáles? (Señale uno o más de los siguientes). A través de la(s)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Prestación de servicios científicos a la sociedad b) Formación de recursos humanos c) Actuación en otros ámbitos culturales d) Producción de materiales para difundir el conocimiento científico e) Propuestas técnicas a) Publicaciones científicas b) Publicaciones no científicas c) Relación con tomadores de decisiones d) Actuación en reuniones académicas e) Actuación en reuniones no académicas f) Relación directa con los usuarios g) Otro (especifique): _____
14.-	<p>¿Cuál ha sido el beneficio social más importante de sus producciones? Señale una o más de las siguientes opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Ahorro en costes de investigación b) Es difícil de cuantificar por falta de evidencias empíricas c) Formación de recursos humanos d) Generación de conocimiento científico e) Generación de conocimiento científico para resolver problemas específicos f) Gestión de una problemática social concreta g) Mejora en la vida de la sociedad a través de la prestación de servicios científicos como consultorías h) Mejora en las técnicas de investigación i) Productos para la difusión, como manuales, parcelas demostrativas j) Elaboración de propuestas técnicas k) Publicaciones científicas l) Publicaciones no científicas m) Participación en reuniones no académicas n) Valoración de grupos y conocimientos marginados o) Otra (especifique): _____

	II. Conocimiento
15.-	¿Qué teorías son fundamentales en el campo del conocimiento científico en el que trabaja? Cite dos.
16.-	¿Cuál es el problema científico cuyas soluciones investiga actualmente?
17.-	¿Cuánto tiempo ha dedicado ya, a investigar este problema?
18.-	¿Cómo concretó este problema de investigación?. Señale uno o más de las siguientes opciones: a) A partir de conocer otras experiencias de investigación b) A partir de lo estudiado en la educación formal c) A partir del conocimiento de una realidad concreta d) Expertis en el tema e) Por el contraste entre la teoría y la práctica f) Problema ya definido por otras personas g) Otra (especifique): _____
19.-	¿La concreción de su problema de investigación fue () propio o () de grupo?
20.-	¿Cuáles cree que sean las aportaciones esenciales de sus colegas al estudio del problema de investigación?
21.-	El problema investigado tiene mayor relación con () Ciencia básica () Ciencia aplicada () Desarrollo técnico
22.-	¿Considera que su investigación esta adscrita a una metodología concreta? Si () No () ¿A cuál?
23.-	¿Cómo se genera el consenso sobre el conocimiento válido en el campo del conocimiento científico en el que se desarrolla? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Citación a través de las publicaciones b) Contraste con la realidad c) Contraste entre diferentes tipos de información d) Cotejo experimental e) Reuniones de pares f) Revisión por pares de las publicaciones g) Otra (especifique): _____
24.-	¿Cómo se ejerce la crítica sobre las contribuciones hechas por el grupo de investigación antes de su difusión? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Revisión por pares b) Discusión con pares en grupos de trabajo c) Críticas del financiador a través de expertos d) Elaboración de publicaciones conjuntas e) Cotejo en campo f) Otra (especifique): _____

	III. Comunidad
25.-	¿Participa o ha participado como revisor de artículos científicos? Si () No ()
26.-	¿Qué criterios básicos utiliza para realizar esa revisión? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Bibliografía actualizada b) Calidad c) Coherencia entre los componentes del texto d) Conocimiento del estado de la cuestión e) Normatividad de la revista f) Objetividad g) Redacción clara y concisa h) Relevancia de la investigación i) Rigor científico j) Análisis sistemático k) Solidez metodológica l) Otra (especifique): _____
27.-	¿Qué trascendencia social tienen a su juicio los científicos más reconocidos dentro del sistema de investigación? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Casi ninguna b) Ninguna por la institucionalización del sistema c) No es su función d) Tienen cierta influencia porque cuentan con notoriedad e) Tienen influencia porque marcan línea en cuanto a f) Tienen influencia porque ocupan posiciones políticas g) Otra (especifique): _____
28.-	¿Qué situación desempeña la sociedad, a su juicio, en el sistema de investigación? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Como colaboradora en ciertas investigaciones b) Como financiadora de la investigación c) Como usuaria/beneficiaria de la investigación d) Cuando la sociedad se organiza puede influir sobre lo que se investiga e) Desconoce las aplicaciones del quehacer científico f) Desconoce las aplicaciones del quehacer científico g) La sociedad no valora a la investigación científica h) Los ciudadanos no tienen control de lo que se investiga i) Mínima j) Ninguna k) Otra (especifique): _____
29.-	¿Alguna instancia de la sociedad le ha consultado sobre la temática investigada por usted para resolver algún problema?, Si () No () ¿De qué forma lo han consultado? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Le solicitan información b) Lo buscan personalmente a través de diversos medio c) Lo consultan poco d) Solicitan su participación por medio de asesorías y consultorías e) Otra (especifique): _____

30.-	¿Ha () colaborado () competido () no interactúa ¿Con los colegas que trabajan en su mismo campo científico?
31.-	¿Ha () colaborado () competido () no interactúa ¿Con los colegas que trabajan en otros campos del conocimiento científico diferentes al suyo?
32.-	¿Cuáles son los criterios institucionales que rigen la constitución de grupos de investigación? Señale una o más de las siguientes opciones: a) De acuerdo a la estructura institucional b) Experiencia de los investigadores en el tema c) Experiencia en proyectos que compiten internacionalmente d) No sabe e) Por afinidad en cuanto a comportamiento f) Por afinidad temática, lugar de trabajo o interés g) Por amistad con los integrantes del grupo h) Solidez del CV del investigador i) Otra (especifique): _____
33.-	¿Cuáles son los criterios que el grupo de investigación ha utilizado para constituirse? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Afinidad temática o de intereses b) El investigador tenga buenas actitudes para colaborar c) Interacción para potenciar el trabajo individual d) No le interesan los grupos e) Posibilidad de encontrar lenguaje común f) Otra (especifique): _____
34.-	¿Qué reconocimientos ha obtenido por su participación en el sistema de investigación? Señale una o más de las siguientes opciones: a) Promoción laboral por productividad b) Participación en proyectos institucionales c) Pertenencia a sistemas de investigación d) Premios e) No le reconocen f) No le interesan g) Otra (especifique): _____

Cómo ya fue aclarado en la propuesta, además del cuestionario anterior, fueron utilizados otros dos cuestionarios, uno dirigido a los usuarios o colaboradores en la generación del conocimiento científico que se presenta en la Tabla 45 y otro cuestionario que se pensaba utilizar para entrevistar a directivos de instituciones que se relacionan con el sistema de ciencia y técnica o funcionarios de las instituciones gubernamentales que se relacionan con el sistema de ciencia y técnica y que se puede ver en la Tabla 46.

El cuestionario dirigido a usuarios o colaboradores en las investigaciones científicas fue utilizado en tres entrevistas que realice a directivos o líderes de grupos sociales que participan en la generación de conocimiento científico o

son usuarios de dicho conocimiento; sin embargo la falta de tiempo, impidió que se siguiera desarrollando esta parte de la investigación. Lo que puedo apuntar sobre la utilidad del instrumento es que la secuencia de las preguntas permitió establecer un diálogo con las personas mencionadas sobre el trabajo que desarrollan en colaboración con científicos. La única anotación que haría, es que daría inicio a la entrevista con un recuento histórico de cómo empezó el trabajo conjunto, lo que ayudaría a aportar información sobre varias preguntas del cuestionario, además que facilitaría a los entrevistados la reconstrucción histórica del proceso de colaboración. Por otra parte, a mi parecer se podrían agregar dos preguntas más, algo sobre las lecciones de la colaboración y otra sobre recomendaciones para otros grupos similares que quisieran establecer este tipo de procesos de colaboración.

Con respecto al cuestionario que esta dirigido a funcionarios, cabe aclarar que sólo fue aplicado en dos ocasiones, entre otras cosas, porque me di cuenta que con los funcionarios, además de interrogarlos sobre su visión del sistema de ciencia y técnica, era necesario entablar un diálogo basado en el análisis de los resultados obtenidos a partir de las entrevistas con los científicos y con los usuarios o colaboradores en la generación de conocimiento científico. Es decir, no sólo indagar sobre su vivencia del sistema, sino compartir con ellos, como lo viven científicos y usuarios o colaboradores, para que desde esta comparación conocer como se podrían implementar mecanismos que permitieran superar los problemas identificados. Lamentablemente, esta parte de la investigación tampoco pudo ser realizada, pues de otra forma la conclusión de la tesis hubiera requerido más tiempo.

TABLA 45. CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS USUARIOS O COLABORADORES EN LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS.

<p align="center">La generación de conocimiento científico y la relación de sus efectos en la sociedad</p> <p align="center">Cuestionario Usuarios</p> <p>Presentación</p> <p>El cuestionario tiene como finalidad conocer la opinión de diferentes actores del sistema de generación de conocimiento científico, sobre el funcionamiento del mismo y su relación con la sociedad. Agradezco su amabilidad al cumplimentar este instrumento.</p>
--

Nombre:	
Edad:	
Sexo:	
Cargo:	
Empresa/Institución/Organización social en la que labora	
Tipo de productos o servicios que ofrece la empresa/institución	
Número de trabajadores de la empresa/institución	

1.-	¿Cuál es el sector económico en que se inscribe la institución o empresa? Industrial Financiero Servicios Agropecuario Otro _____
2.-	¿Qué tipo de razón social tiene? Sociedad Anónima Asociación civil Sociedad Cooperativa Organismo Público descentralizado Dependencia del ejecutivo
3.-	¿De qué institución académica (universidad o centro de investigación) es cliente/usuario/colaborador/contraparte?
4.-	¿Puede describir por favor la colaboración que se ha establecido entre la institución académica (_____) y su institución, empresa u organización social?
5.-	¿Cuál es el objetivo de la colaboración? Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica

6.-	¿Cuánto tiempo ha durado la colaboración entre la institución académica (_____) y su institución, empresa u organización social?
7.-	<p>¿En qué fase se encuentra la colaboración entre la institución académica (_____) y su institución, empresa u organización social, de acuerdo a los objetivos de la colaboración?</p> <p>() Inicial () Intermedia () Avanzada</p>
8.-	¿Cuál es el campo científico en qué se inscribe la colaboración?
9.-	<p>¿Cuáles son los beneficios que obtienen los participantes en la colaboración?</p> <p>Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica</p>
10.-	<p>¿Qué requisitos deben cumplir para poder colaborar?</p> <p>Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica</p>
11.-	¿Cómo se inicio la colaboración, el contacto?
12.-	<p>¿Qué se necesita para tejer las relaciones, qué normativas o tradiciones de trabajo están detrás de cada participante que posibilita o dificulta la colaboración?</p> <p>Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica</p>
13.-	<p>¿Qué intereses de los participantes están involucrados?</p> <p>Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica</p>
14.-	<p>¿Cómo se financia la colaboración?</p> <p>Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica</p>
15.-	<p>¿Cómo se adaptan los procesos que lleva cada uno de los participantes para que la colaboración beneficie a todos?</p> <p>Por parte de la institución, empresa u organización social Por parte de la Institución académica</p>
16.-	<p>¿Qué reconocimientos recibe de la comunidad científica o de la sociedad a partir de estas colaboraciones?</p> <p>La institución, empresa u organización social La Institución académica</p>

TABLA 46. CUESTIONARIO PARA DIRECTIVOS DE INSTITUCIONES O FUNCIONARIOS QUE TRABAJAN EN EL SISTEMA DE CIENCIA Y TÉCNICA.

<p align="center">La generación de conocimiento científico y la relación de sus efectos en la sociedad</p> <p align="center">Cuestionario Directivos</p> <p>Presentación</p> <p>El cuestionario tiene como finalidad conocer la opinión de diferentes actores del sistema de generación de conocimiento científico, sobre el funcionamiento del mismo y su relación con la sociedad. Esta dividido en tres secciones que abordan los tres componentes del entendimiento social de la ciencia planteado por Ziman (1980), de tal forma que la información recabada pueda contrastarse con dicho entendimiento para conocer como funciona el sistema en una realidad concreta. Agradezco su amabilidad al responder a este instrumento.</p>
--

Nombre:	
Edad:	
Sexo:	
Institución en la que labora	

	I. La integración del sistema de ciencia y técnica y la política científica
1.-	¿Cuál es la actividad que desarrolla para la administración del sistema de ciencia y técnica?
2.-	¿Cómo contribuye dicha actividad al desarrollo del sistema de ciencia y técnica?.
3.-	¿Desde su perspectiva existe una política científica en el país?, ¿Cuáles son el o los objetivos que usted puede identificar?, ¿A partir de que mecanismos se ejerce dicha política científica?
4.-	¿Cómo se relacionan las instituciones que forman parte del sistema de ciencia y técnica en el país para cumplir con la política científica?
5.-	¿Cómo se relacionan las instituciones que forman parte del sistema de ciencia y técnica en el país para generar conocimiento científico útil a la sociedad?
6.-	¿Qué tipo de interrelaciones establecen las instituciones que forman parte del sistema de ciencia y técnica en el país para desarrollar investigación básica, investigación aplicada y desarrollo técnico que desemboque en la generación de conocimiento científico útil?
7.-	¿Cómo influye la política científica sobre la generación de conocimiento científico y la forma en qué éste llega a la sociedad?

	II. La distribución social del conocimiento científico
8.-	A su juicio, ¿Cómo los científicos distribuyen el conocimiento científico que generan?, ¿Es esto compatible con las necesidades de la sociedad?
9.-	A su juicio, ¿Cómo las instituciones académicas participan en la distribución social del conocimiento científico generado?
10.-	A su juicio, ¿Cómo las instituciones gubernamentales participan en la distribución social del conocimiento científico?
11.-	A su juicio, ¿Cómo participan los medios masivos de comunicación en la distribución social del conocimiento científico generado?
12.-	A su juicio, ¿Cómo podrían interactuar conjuntamente científicos, instituciones académicas y de investigación, instituciones gubernamentales y medios de comunicación para hacer una mejor distribución social del conocimiento científico generado?

	III. Las interacciones entre la ciencia y la sociedad
13.-	A su juicio, ¿Cómo participa la sociedad en la definición de lo que los científicos estudian?
14.-	A su juicio, ¿Cómo se relacionan los científicos con la sociedad?
15.-	A su juicio, ¿Cómo se reconoce a los científicos la labor que realizan?, ¿Está relacionado este reconocimiento o no con la forma en que los científicos se vinculan con la sociedad?
16.-	A su juicio, ¿Cómo podrían mejorarse las relaciones entre los científicos y la sociedad para que los primeros generen conocimiento socialmente útil?

	IV. Las interacciones entre los científicos para generar conocimiento socialmente útil
17.-	A su juicio, ¿Cómo son las interacciones entre los científicos?, ¿Cómo posibilita u obstaculiza la generación de conocimiento socialmente útil, éstas interacciones.
18.-	A su juicio, ¿Cómo han evolucionado la conformación de grupos de investigación y redes de conocimiento y/o vinculación en la institución académica con la que tiene relación?
19.-	¿La conformación de dicha redes ha contribuido a la resolución de los problemas que demanda la sociedad?